ЗНАНИЕ

Подписная научно-популярная серия

«Знак вопроса»

12'89

А. Николаев

ЧТО ИЩУТ «АРХЕОЛОГИ КОСМОСА»?

SHOUT
SHARE
IT

Annotation

Как образовалась Вселенная, наша Галактика, Земля, мы? В поисках ответа на эти вечные, как мир, вопросы стартуют в космос «Пионеры», «Зонды», «Веги» и «Венеры», «Марсы», «Фобосы»… Очередной выпуск «Знака вопроса» рассказывает об исследованиях Венеры, кометы Галлея, Урана, составлении радиокарты Вселенной.

http://znak.traumlibrary.net

- Знак вопроса 1989 № 12
  - К читателю
  - Космическая Одиссея: Земля — Венера — комета Галлея
    - 1. Навстречу «летающему айсбергу»
    - 2. Кометы на модели и в жизни
    - 3. Репортажи из «горячей точки» Утренней звезды
    - 4. Инженерно-фантастический фильм
    - 5. Броня против… пыли
    - 6. «Белые пятна» кометы
    - 7. Ядро без вуали
  - Радиообраз юной Вселенной
    -
    - 1. За «ошибку» — Нобелевскую премию
    - 2. Свет и тьма «горячей» Вселенной
    - 3. Охота за большим косинусом
    - 4. Что нашли «археологи космоса»
  - Уран, его 15 лун и 11 колец
  - «Буранный полустанок» на пути во вселенную
- notes
  - 1

Знак вопроса 1989 № 12
Александр Николаев
Что ищут «археологи космоса»?

К читателю

С момента запуска первого межпланетного аппарата «Венера-1», открывшего эру межпланетных полетов, минуло чуть больше четверти века. В истории человечества — это миг, в космической эре — целая эпоха. С тех пор десятки космических роботов уже посетили семь[1] из девяти планет Солнечной системы. Тысячи спутников бороздят просторы ближнего, околоземного космоса. И в бесстрастной лунной пыли на миллионы лет впечатан шаг астронавта Нейла Армстронга — первого человека, ступившего на Луну. «Один небольшой шаг для человека — огромный скачок для человечества». Ну а в нашу жизнь вошли глобус Луны и карты Венеры, в учебниках появились панорамы каменистых пустынь Марса, фотографии таинственных лун и колец Юпитера, Сатурна, Урана… Но стартуют все новые космические зонды, унося в своей компьютерной памяти и новые, и вечные старые вопросы землян: откуда берутся кометы? Есть ли жизнь на Марсе? А не искусственного ли происхождения Фобос? Существует ли десятая планета Солнечной системы — таинственная планета «Х»?

Изучая лунный грунт, исследуя состав пылинок из пышного кометного шлейфа или анализируя данные, переданные научными приборами с раскаленной поверхности Венеры, «археологи космоса» пытаются воссоздать миллиарде летний путь эволюции нашей и других планет.

Но планеты огромны, они всегда «на виду» у Солнца, им трудно сохранить первозданным то изначальное правещество, из которого миллиардолетия назад образовались Вселенная, Галактика, звезды, планеты, мы… Другое дело — кометы и астероиды, так называемые малые тела Солнечной системы. Удаленные от испепеляющего жара нашего светила, они могли законсервировать в себе то изначальное вещество Вселенной, в котором, как в космическом холодильнике, должна сохраняться важнейшая информация об эволюции планет, а может быть, и о происхождении жизни. На многие вопросы уже даны ответы, однако космос задает исследователям все новые загадки.

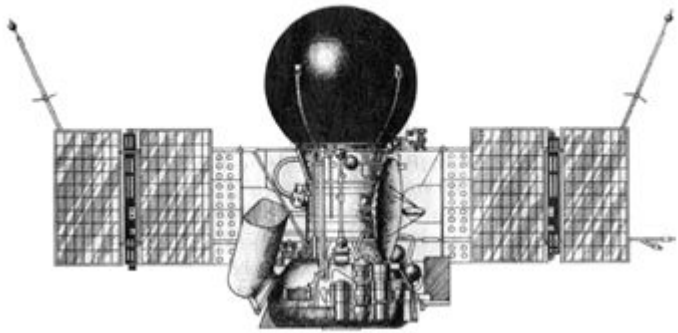
Когда вы будете читать этот сборник, таких планет, мы надеемся, станет восемь. В августе этого года телевизионные камеры находящегося на пролетной траектории «Вояджера-2» возьмут в перекрестья своих объектов далекий Нептун — восьмую по счету планету Солнечной системы.

Александр НИКОЛАЕВ — выпускник Московского

энергетического института, специальность — инженер-теплофизик. Автор многих очерков и статей по отечественной и зарубежной космонавтике, опубликованных в центральной печати.

Космическая Одиссея: Земля — Венера — комета Галлея

1. Навстречу «летающему айсбергу»



«Вижу Землю, покрытую голубой дымкой», — передавал с орбиты Гагарин 12 апреля 1961 года. И миллионы землян, прильнувших к своим телевизорам, как бы взглянули на планету глазами первого своего космонавта. А тот, не удержавшись, добавил чисто по-гагарински: — Красота-то какая…

Четверть века спустя телевизионные автоматические камеры космороботов вели прямые репортажи из космической «глубинки» Солнечной системы, взяв в перекрестья своих «телевиков» одну из самых малых и наиболее загадочных планет Солнечной системы — комету Галлея.

6 марта 1986 года ученые и журналисты из многих стран мира прильнули к мониторам, установленным в зале отображения Института космических исследований АН СССР. Они первыми из землян увидели в условных цветах сменных светофильтров яркие, сочные краски «небесной странницы», доселе скрываемой плотной газо-пылевой дымкой.

Поразила деталь: в рампе из дюжины мониторов, напрямую принимавших межпланетный репортаж, затесался телеприемник, на экране которого почему-то транслировалась одна из программ Центрального телевидения. Да простят меня телевизионщики, но качество межпланетных съемок, производившихся в 170 млн. км от Земли, по сочности и звучности красок превосходило ту, что была в Останкино…

«Время сигнала в пути 8 мин 53 с, — бесстрастно высвечивал информацию дисплей. — Расстояние до кометы 14 млн. км.»

По командам центра косморобот, как опытный телеоператор, искусно чередовал дальние и ближние планы, делал наплывы и наезды на кометное ядро, менял фильтры и экспозицию съемки, добиваясь наибольшей контрастности то ядра, то атмосферной оболочки «хвостатой звезды». Словом, демонстрировал столь

изобретательную технику съемки, словно межпланетная мизансцена развертывалась по заранее отработанному сценарию.

Впрочем, сценарий и впрямь был. А автором его выступил большой коллектив ученых ИКИ АН СССР совместно с их коллегами из Австрии, Болгарии, ГДР, Польши, США, Франции, ФРГ и Чехословакии.

Но начнем по порядку.

Итак, ее появления, как всегда, ждали. К встрече с ней тщательно, как никогда, готовились.

Уже с 1977 года самые большие телескопы планеты зондировали небо вблизи созвездия Ориона. Астрономы высматривали комету Галлея, каждые 76 лет появляющуюся вблизи Солнца. Но лишь 16 октября 1982 года на крупнейшей в США Маунт-Паломарской обсерватории удалось получить снимки звездообразного объекта 24-й величины.

— Это она! — уверенно объявили наблюдатели, разглядев на рекордном удалении, в 11 раз превышающем расстояние от Земли до Солнца, еле различимую точку. Ее блеск был в десятки миллионов раз слабее, чем у звезд, наблюдаемых невооруженным глазом.

Сравнив данные о появлениях кометы Галлея с 11 года до н. э. по 1910 год, астрономы установили, что расположение ближайшей к Солнцу точки кометной орбиты — перигелия — в феврале 1986 года наиболее… неблагоприятно для наблюдений за ней в последние 2000 лет. Но это — лишь с Земли! А вот что касается наблюдений кометы 1986 года с помощью автоматических межпланетных станций, среди которых две советские АМС «Вега», то они-то как раз и должны были произвести революционный переворот в наших знаниях о Вселенной.

Впрочем, ученым грех жаловаться на недостаток или неинтересность информации к размышлению, до сих пор периодически им поставляемой малыми телами Солнечной системы и, в частности, кометами. Восхождение «косматой звезды» — а именно так звучит в переводе с греческого слово «кометос», — которая своей фантастически яркой, подчас пугающей красотой превращало «королеву ночи» — Луну во второразрядное небесное тело, всегда было бы только эмоциональным, сильно действующим на созерцающую публику зрелищем. Как правило, это оказывалось заметным событием и в науке, сопровождавшимся скачком в небесной механике, астрономии, планетологии, космогонии и других отраслях знаний.

Особенно велико число открытий, так или иначе связанных с

появлением кометы Галлея. Блистательный каскад догадок, гипотез и открытий сопровождал кометные наблюдения еще три века назад; например, в XVII в. средневековыми учеными, вычислившими параметры ее орбиты, были заложены основы теории движения комет.

В 1704 году, готовя к печати свой ставший впоследствии знаменитым «Обзор кометной астрономии», профессор геометрии из Оксфорда Эдмунд Галлей заметил, что 3 из 24 им описанных по архивным источникам комет, имея довольно близкие орбиты, были обнаружены на земном небосклоне со средним интервалом в 74–76 лет. Уж не шла ли речь об одном и том же небесном теле?

Углубившись в исторические хроники, Галлей находит еще доказательства своей правоты: в 1301, 1378, 1456 годах «косматые звезды» также появлялись на небе и примерно с таким же интервалом.

Объяснив небольшую разницу в их периодах тем, что крупные планеты могут возмущать траектории малых небесных тел, Галлей делает вывод, обессмертивший его имя: «…с уверенностью решаюсь предсказать возвращение той же кометы в 1758 году. Если она вернется, нет более никакой причины сомневаться, что и другие кометы должны возвращаться».

Галлей умер, не дождавшись подтверждения своего прогноза, пожалуй, одного из самых ярких в истории науки. «Вычисленная» же им «космическая странница» пожаловала лишь в 1759 году (задержавшись в пути вследствие возмущающих воздействий других планет, которые невозможно было учесть из-за недостаточно разработанного тогда математического аппарата). С тех пор она носит имя открывателя — Галлея. Ее восхождение, подтвердив правильность кометной теории, оказалось главным доказательством ньютоновского закона всемирного тяготения.

В 1835 году выдающийся астроном из Дерпта (ныне Тарту) В. Я. Струве, наблюдая в телескоп необычайно развитую атмосферу кометы, обратил внимание на поразительное подобие в процессах ее свечения с северным сиянием.

Заметив тогда же, что две небольшие звезды, хотя и оказались закрытыми пышным кометным хвостом, но тем не менее своего первоначального блеска почти не ослабили, ученый сделал вывод о необычайно малой плотности кометного вещества.

Это довольно тонкое наблюдение было подтверждено инструментально в 1910 году — тогда комета Галлея перемещалась перед солнечным диском. Едва появившись на фоне Солнца, она исчезла! Во всяком случае, ни в мощные длиннофокусные рефракторы, ни в зеркальные рефлекторы с

метровыми зеркалами, которыми к тому времени были оснащены Пулковская и другие обсерватории, наблюдатели не заметили на фоне светила ни малейшего следа.

Выходит, что огромная, в треть миллиона километров голова кометы оптически прозрачна, а ее твердое ядро столь невелико, что разглядеть его даже с помощью лучших астрономических инструментов невозможно?! По сделанным тогда оценкам (ныне, как мы увидим ниже, использованным при построении инженерной модели кометы Галлея), ее ядро не должно превышать нескольких километров в диаметре.

Кстати, в том же 1910 году произошло довольно редкое событие, о котором накануне много и с большим волнением писалось и говорилось: Земля должна была пройти сквозь хвост кометы.

Высказывались самые невероятные предположения, в пророчествах и предсказаниях не было недостатка. «Погибнет ли Земля в текущем году?» — вопрошали броские заголовки газет. В сияющем газовом шлейфе, мрачно предрекали всезнающие газетчики, имеются ядовитые цианистые газы, ожидаются метеоритные бомбардировки и другие экзотические явления в атмосфере. Кое-кто стал под шумок подторговывать таблетками, которые якобы обладают антикометным действием.

Страхи оказались пустыми. Ни вредоносных сияний, ни бурных метеорных потоков, ни каких-либо других необычных явлений отмечено не было. Даже в пробах воздуха, взятых из верхних слоев атмосферы, не обнаружено ни малейших изменений. Выходит, кометные хвосты даже при непосредственном контакте не способны губительно воздействовать на земную атмосферу?

2. Кометы на модели и в жизни

И по сей день этот вопрос принадлежит к разряду дискуссионных. Ряд ученых, например, считают, что вместе с космическими «осадками» на Землю могут выпадать и микроорганизмы. Случаются же вспышки эпидемий в глобальном масштабе, особенно в период, когда Земля обильно орошается метеорными потоками!..

Разумеется, категорически утверждать, что вирусы и бактерии прописаны на кометных и других малых небесных телах, было бы преждевременно. Но то, что «хвостатые звезды» содержат метилцианид, этилалкоголь и другие, более сложные органические молекулы, подтверждали спектры ряда комет. Больше того, эксперименты, предварительно проведенные советскими учеными на физико-химической модели кометы, позволили установить, что органические молекулы могут образовывать определенные структуры, соединяться химической связью и даже вступать в обменные реакции, что подчас напоминало процессы, происходящие в живых клетках.

Но это — на модели. А на «живой» комете? Что происходит там, в ее ледяных недрах, в пышном светящемся хвосте наконец? Последний, как известно, может простираться на сотни миллионов километров. Также известно, скажем, что он, как правило, направлен в сторону, противоположную Солнцу, из-за давления, оказываемого излучением. Шлейфы «косматых звезд» отличаются большим разнообразием — как по форме и цвету, так и по содержанию. Одни из них — газовые, прямолинейные — светятся ярким голубым цветом, другие — пылевые, искривленные, как турецкие ятаганы, — имеют слабый желтоватый отблеск.

Встречаются, впрочем, «космические странницы» и с двумя такими типами хвостов сразу. Интересно, что механизм свечения газовых хвостов примерно тот же, что и у ламп дневного света. Правда, в люминесцентных лампах свечение газа вызывают электроны, ускоряемые электрическим полем, а холодную люминесценцию вызывает поток солнечных фотонов. Поглотив энергию фотона, молекула газа сразу же ее переизлучает.

По мере приближения к Солнцу поверхность «космического айсберга» постепенно преображается. На расстоянии 3 а. е. (за одну астрономическую единицу (1 а. е.) принимают расстояние между Землей и Солнцем, равное 150 млн. км) из нагретого ядра начинают бить реактивные струи — джеты, скорости истечения которых подчас достигают звуковых. Это испаряются

замороженные углекислый газ и вода, переходя сразу из твердой фазы в газообразную. Из-за большой плотности газа «родительские молекулы» тут же вступают друг с другом в химические реакции. Образуются вторичные, так называемые дочерние молекулы, их легко опознать по кометным спектрам и, таким образом, получить хотя бы опосредованную, косвенную информацию о ядре. Но только косвенную. Ибо пролить свет на природу родительских молекул могут только измерения, проведенные на борту космического аппарата. С Земли эту тайну не разгадать. Возможно, среди этих молекул есть аминокислоты или молекулярные комплексы другого сложного типа?.. Окончательный ответ может получить межпланетный космический зонд, когда он заглянет за газовую вуаль «космической странницы» и приступит к непосредственному исследованию кометного ядра.

Еще одна загадка связана с ионизацией выходящего с поверхности кометы газа. Под действием ультрафиолетового излучения Солнца — а именно оно, по существующим представлениям, «отвечает» за ионизационные процессы во внутренних областях кометы — может возникнуть лишь вдесятеро меньше ионов, чем наблюдается; и опять-таки, чтобы выяснить причины столь бурной ионизации кометного газа и механизм его взаимодействия с солнечной радиацией, без непосредственных экспериментов в космосе, в атмосфере «косматой звезды» не обойтись.

«…Ну а все-таки, что же еще может быть интересного в ледяной глыбе, закутанной в вуаль собственных испарений и потому недоступной взорам земных наблюдателей?» — может спросить читатель, которого не убедили приведенные доводы и который со школьной скамьи знаком с такими, в общем-то справедливыми, определениями кометы, как «грязные снежные комья» или «дымящие глыбы пыльного льда». Насколько оправдано это дорогостоящее, длительное и необычайно сложное в техническом отношении предприятие, как посылка сверхтяжелых космических роботов навстречу «косматой звезде»? Стоит ли это делать после того, как на лабораторные столы планетологов легли десятки килограммов лунных камней, а чувствительные приборы и аппараты неутомимых космических зондов уже исследовали и марсианские грунты, и венерианскую атмосферу, сфотографировали кольцо Сатурна, спутники Юпитера и даже построили радиопортрет окутанной облаками Утренней звезды?

Стоит. Хотя бы потому что приоткрыть завесу тайны об изначальных кирпичиках мироздания, из которых несколько

миллиардов лет назад образовались большие и малые небесные тела, можно, только заглянув под таинственные покровы кометы, пробившись как можно ближе к ее ядру, в котором, как в космическом холодильнике, сохраняется в первозданном виде протопланетное вещество тех далеких эпох, когда шло зарождение нашей Солнечной системы, планет, жизни…

Вот для этого-то в марте 1986 года в 150 млн. км от Земли и был проведен большой «космический слет» целой эскадры космических роботов.

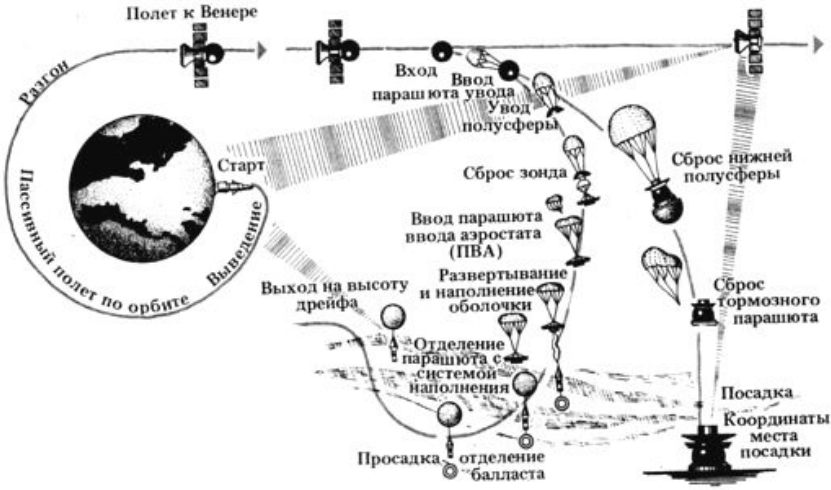
Несколько космических аппаратов с дальним, как говорится, прицелом были загодя запущены в один из «уголков» Солнечной системы: японские «Пионер» и «Планета», две советские автоматические станции «Вега», а также космический зонд «Джотто» Европейского космического агентства (ЕКА).

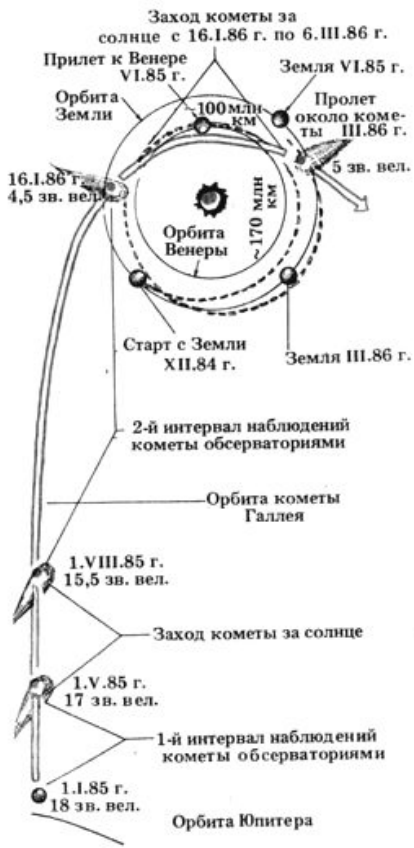
Время и место слета космических аппаратов выбраны были, разумеется, не случайно. Дело в том, что имевшиеся космические транспортные средства позволяли запускать АМС подобной массы лишь на такие орбиты, что близки земной орбитальной плоскости. Поскольку кометная орбита наклонена по отношению к ней под углом в 18°, то лишь в окрестности двух точек кометной орбиты АМС могли встретиться с кометой. Либо в так называемом восходящем узле орбиты — перед появлением кометы в перигелии, либо в нисходящем, то есть после того как «косматая звезда», побывав в перигелии, опять устремится к окраинам Солнечной системы. Предпочтение было отдано второму варианту. Ведь после максимального сближения с Солнцем оттаявший от вечного холода «космический айсберг» во всю ширь развернет свои атмосферу и хвост перед приборами и фототелевизионными камерами посланцев Земли.

И вот тут оказалось, что природа подготовила исследователям космоса приятный сюрприз. Они могут воспользоваться удачным расположением Венеры и кометы Галлея вблизи перигелия последней. Дело в том, что «Веги», направляясь к нисходящему узлу орбиты для встречи с кометой Галлея, будут пролетать почти рядом с Венерой. Решено было совместить программу сверхдальнего полета к комете и научного десанта к Утренней звезде, главная цель которого — изучение с помощью аэростатного зонда невиданных на Земле ураганов и циклонов, бушующих в венерианской атмосфере.

Таким образом единым запуском одновременно решались сложнейшие научно-технические задачи по исследованию сразу двух интереснейших объектов Солнечной системы. Кстати, именно эта двойная цель научно-космической миссии отражена в названии международного проекта: Вега — звезда первой

величины на небосводе; в то же время это слово составлено из начальных слогов названий ключевых пунктов этого необычного космического маршрута — «Венера — Галлей».




Заход кометы за солнце с 16.I.86 г. по 6.III.86 г.
Прилет к Венере VI.85 г.
Земля VI.85 г.
Орбита Земли
100 млн км
Пролет около кометы III.86 г.
5 зв. вел.
16.I.86 г. 4,5 зв. вел.
Орбита Венеры
170 млн км
Старт с Земли XII.84 г.
Земля III.86 г.
2-й интервал наблюдений кометы обсерваториями
Орбита кометы Галлея
1.VIII.85 г. 15,5 зв. вел.
Заход кометы за солнце
1.V.85 г. 17 зв. вел.
1-й интервал наблюдений кометы обсерваториями
1.I.85 г. 18 зв. вел.
Орбита Юпитера

Тут возникает резонный вопрос: зачем понадобилось запускать две «Венеры», две «Веги», а позже и два «Фобоса»?..

Одна из причин та, что эффективного способа избежать непредсказуемых сюрпризов дальнего космоса пока не существует. Недавний выход из строя «Фобосов», успевших выполнить лишь часть запланированных экспериментов, — печальное тому подтверждение. Поэтому главный принцип разработчиков космической техники — принцип дублирования — вряд ли когда-нибудь будет снят с повестки дня. Причем, для повышения надежности и живучести рукотворных космических объектов делаются дубли не только отдельных узлов, агрегатов, систем, но и целых космических комплексов. Ну а что касается свидания с кометой Галлея, выпадающего раз в 76 лет, его, ясно, упустить никак нельзя: в жизни нынешнего поколения такого случая больше не представится.

Формы космороботов, автономно работающих в космосе, предельно просты и выразительны.

Действительно, что может быть проще цилиндра топливного бака, сопряженного с усеченным конусом и увенчанного сферой спускаемого аппарата?

В огромном ряду образцов космической техники «Веги» не являются исключением, скорее правилом: они созданы с использованием той же геометрической формулы, что и их предшественницы «Венеры». Нет в них ни позлащенной мишуры оберток, ни вычурных деталей — совершенно не нужных в космосе зализов, выступов и т. д. Их силовые каркасы имеют предельно обобщенную и в то же время выразительно-простую индивидуальную форму.

Они построены по принципу афоризма: в них отсечено все лишнее. Оставшееся и есть главное.

По традиции в качестве конструктивной основы АМС использованы баки двигательной установки (ДУ). К конической юбке примыкает приборный отсек, выполненный в виде тора. К верхнему и нижнему шпангоутам баков прикреплены ферменные конструкции солнечных батарей. Поверх баков ДУ смонтирована коническая подставки — в ее ложбинку укладывается шар спускаемого аппарата.

В центре баков расположена остронаправленная параболическая антенна. Она строго ориентирована в сторону Земли при пролете Венеры и кометы Галлея. На солнечной стороне приборного отсека смонтирован блок астронавигационных приборов с датчиками ориентации: на Солнце, а также на звезду Канопус и Землю.

Характерная для космороботов деталь: уже по одному тому, как расположены на борту АМС научные приборы, можно судить об их назначении, характере проводимых с их помощью

экспериментов.

Вот, например, магнитометр и анализаторы плазменных волн. Чтобы измерить невозмущенные магнитные и электрические поля, их датчики вынесены на специальных штангах как можно дальше от корпуса космического аппарата. В то же время датчики у тех приборов, что предназначены для контактных измерений частиц и плазмы кометы, смонтированы с той стороны корпуса АМС, которая обращена к набегающему потоку кометной пыли.

Особняком держатся оптические средства наблюдения за ядром кометы — трехканальный и инфракрасный спектрометры, телевизионные камеры и аналоговый датчик наведения, они установлены на автоматической стабилизированной платформе (АСП).

Ниже мы еще посмотрим, что представляет и откуда появилась платформа, а пока, вернемся к космическому тандему, приближающемуся к Венере.

3. Репортажи из «горячей точки» Утренней звезды

При подлете к Утренней звезде от каждой «Веги» отделился спускаемый аппарат (СА), который, совершив сначала аэродинамическое торможение, затем плавный спуск на парашюте и на тормозном щитке, мягко опустился на скорости около 7 м/сек на венерианскую поверхность. Энергию удара поглотил своего рода одноразовый амортизатор — тонкостенная тороидальная оболочка, которая в момент посадки пластически деформировалась. Она же и сориентировала СА после посадки.

В течение часового полета в атмосфере приборы СА передали на борт «Веги», а та в свою очередь транслировала на Землю информацию о температуре, давлении, скорости ветра. Специальные датчики проанализировали состав атмосферных газов. Специалистам, изучающим развитие Солнечной системы, особенно важно знать, каково содержание инертных газов и их изотопов, в том числе и реликтовых, поскольку многие из них сохранились со времен формирования планеты.

Совершив посадку, СА включил грунтозаборное устройство с миниатюрным буром, способным забуриться в породы практически любой твердости, и приступил к исследованию химического состава грунта, а также измерил содержание в нем радиоактивных элементов.

В считанные после посадки минуты были отобраны образцы. После удаления окружающей их газовой атмосферы, они через шлюзовой канал попали внутрь посадочного аппарата, в грунтоприемник. Здесь порода облучалась радиоизотопным источником. Возникающее при этом флюоресцентное излучение — оно зависит от содержания того или иного элемента — регистрировалось детектором. Информация по мере ее накопления в многоканальном анализаторе импульсов периодически передавалась на Землю телеметрической системой.

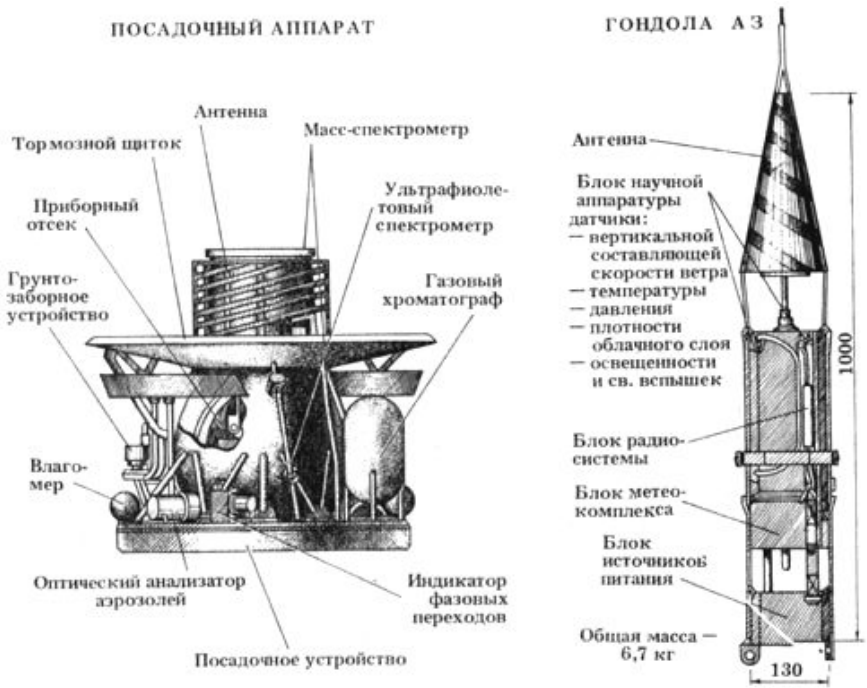
Напомним, что впервые химический состав грунта Утренней звезды анализировали рентгенорадиометры космических станций «Венера-13» и «Венера-14». Чтобы не дублировать их результаты, СА впервые были посажены в высокогорном районе. Знание состава грунта в различных точках поверхности, отстоящих друг от друга на многие сотни километров, дало возможность судить о том, насколько разнообразны типы местных пород. С другой стороны, теперь можно представить, как осуществляется химическое взаимодействие поверхности и атмосферы.

Сравнение элементного состава грунта — а он иной, чем в местах предыдущих посадок — позволило исследователям представить, в каких условиях формировались геологические структуры, как развивались процессы эрозии. Ну а рассчитав возможный состав местных минералов, можно судить и о процессах взаимодействия атмосферы с раскаленной поверхностью.

В экстремальных условиях Венеры нельзя было пренебречь единственным, пожалуй, способом исследовать ее породы на предмет содержания в них таких естественных радиоактивных элементов, как уран, торий, калий. Ведь предшествующие эксперименты, когда была получена уникальная информация о составе венерианских пород, показали высокую эффективность гамма-спектрометрических приборов.

Гамма-спектрометры «Веги» действовали по следующему, уже знакомому нам сценарию. Гамма-кванты, излучаемые радиоактивными породами Венеры, попадали на чувствительный кристалл, вызывая в нем вспышки тем большие, чем «энергичнее» попадающие на кристалл гамма-кванты. После дополнительного усиления сигналы регистрировались многоканальным амплитудным анализатором. Телеметрия четко передавала информацию на Землю.

Последующее изучение полученных материалов (оно, кстати, продолжается до сих пор) позволит ученым заглянуть в далекое геологическое прошлое нашей соседки по Солнечной системе.



Работа на поверхности, нагретой до нескольких сотен градусов, длилась почти четверть часа. Гораздо более длительное время — двое суток — велись исследования в облачном слое Венеры при помощи аэростатного зонда (АЗ), отделившегося от спускаемого аппарата на высоте примерно 54 км.

Нужна поистине снайперская точность наведения АМС, чтобы не имеющий собственной системы управления СА выполнил эту операцию точно на заданной высоте, а главное — в нужном районе. Ведь АЗ должен был попасть на ночную сторону планеты, оставаясь при этом на границе прямой видимости с Земли! Только благодаря соблюдению всех этих условий оболочка АЗ не была испепелена огненной атмосферой, а зонд смог дрейфовать в течение почти двух суток (46 ч), преодолев расстояние около 12 тыс. км со скоростью 250 км/ч! Один из аэростатов дрейфовал в северном, а другой — в южном полушарии.

Любопытно, что почти 20 лет назад на одном из заседаний творческой лаборатории «Инверсор», действующей при редакции журнала «Техника — молодежи», энтузиастами обсуждался проект, предусматривающий использование аэростатных газонаполненных оболочек сначала для исследования, а впоследствии для освоения Венеры. И вот то, что некогда казалось фантастическим, не слишком обоснованным домыслом, стало реальной конструкцией, с помощью которой впервые в мире

осуществлено принципиально новое направление в исследовании атмосферы Утренней звезды. В частности, найдены ответы на ряд вопросов, которые до сих пор не удалось решить с помощью спускаемых аппаратов.

Одна из самых удивительных особенностей венерианской атмосферы — вращение всего облачного слоя с ураганной скоростью. И хотя подобная — в одну сторону, с востока на запад — супер циркуляция существенно отличается от земной (венерианская атмосфера прокручивается этим своеобразным глобальным циклоном всего за 4 суток), ее исследование имеет принципиальное значение для понимания тех механизмов, что определяют долгопериодическпе изменения климата Земли. Так, предполагалось, что причиной столь стремительной закрутки являются приливные явления. Но в этом случае уже через короткий промежуток времени необычайно плотная атмосфера Утренней звезды увлекла бы, раскрутила и саму планету, ускорив ее вращение за счет сил трения! Но может быть, действуют и какие-то иные факторы? В таком случае, как осуществляется передача момента количества движения от твердой поверхности к пусть даже и весьма плотному, но все-таки газовому слою?

До настоящего времени неясно, однако, что же поддерживает столь быстрое его вращение. Поскольку температура дневной и ночной сторон планеты практически одинакова, причин для теплового движения атмосферы нет. Вокруг оси сама Венера вращается очень медленно, да и у ее поверхности ветры, как измерили метеоприборы посадочных аппаратов (так и ожидалось), всего лишь 1 м/с. Поскольку это один из наиболее интересных пунктов программы, продолжающей на новом, более высоком уровне исследования венерианской атмосферы, остановимся на нем подробнее.

АЗ начал действовать сразу после того, как от спускаемого аппарата была отстранена верхняя теплозащитная полусфера. Зонд был сброшен, отделена крышка парашютного контейнера и выпущен стабилизирующий парашют. Автономный спуск зонд совершал до тех пор, пока не сработало программно-временное устройство, по команде которого был сброшен стабилизирующий парашют и выброшен купол другого, тормозящего. В это время и открылся аэростатный контейнер, нижняя балластная часть которого, падая под действием собственного веса, извлекала аэростатную оболочку. Когда ее фторлоновая, пропитанная лаком ткань расправилась и гондола с подвешенными к ней метеоприборами и радиопередатчиком устремилась вниз, раздался еще один выстрел. Это включился пироклапан, аэростат наполнился гелием. Скорость спуска АЗ замедлилась: начала

действовать аэростатическая сила, к тому же резко увеличилось торможение за счет лобового сопротивления АЗ. Понемногу падение, погружение в атмосферу прекратилось. Скорость АЗ упала до нуля, поскольку атмосфера, разогревая аэростатную оболочку, заставила расширяться содержащийся в ней газ. Достигнув максимального погружения, аэростат подвсплыл на высоту равновесия. Начался его дрейф в раскаленных струях, за которым неотрывно следили самые мощные радиотелескопы Европы, Азии, Америки, Африки и Австралии. Используя метод радиоинтерферометрии с большой базой, 70-метровые, работающие в паре радиотелескопы в Уссурийске и Евпатории, разнесенные на расстояние — базу — около 10 тыс. км, с точностью до метра определяли перемещение невидимой точки на диске Венеры, с огромной точностью рассчитывая скорость «огненного дрейфа». Причем на расстоянии, превышающем 110 млн. км. 1:10 000 000 — такова погрешность этого фантастического эксперимента.

— Это все равно, что наблюдателю, находящемуся в Европе, измерить перемещение секундной стрелки ручных часов у рыбака, ведущего промысел в Мексиканском заливе — так оценил один из американских астрономов качество уникального межпланетного эксперимента.

— Научные приборы для метеорологических измерений на аэростатах были разработаны в ИКИ АН СССР, — говорит заместитель директора института В. М. Балебанов. — В качестве партнеров в этих экспериментах участвовали ученые Франции, а вместе с ними, как своего рода «субподрядчики», американские специалисты.

Прежде всего были зарегистрированы чрезвычайно сильные вертикальные порывы ветра, достигающие более 1 м/с (на Земле, например, вертикальный ветер не превышает нескольких сантиметров в секунду). О чем это говорит? Прежде всего о мощных атмосферных вихрях на высотах порядка 54 км (т. е. в зоне плавания аэростатов).

На ночной стороне аппаратурный комплекс аэростатов зафиксировал световые вспышки. Что они означают — пока неясно. Может быть, это молнии?.. Ведь грозовые явления в атмосфере Венеры были обнаружены еще спускаемыми аппаратами станций «Венера-11» и «Венера-12». Или, может, это извержения вулканов? Вспомним картину К. Брюллова «Гибель Помпеи», где над извергающимся Везувием сверкают молнии… Во всяком случае, именно предположение о вулканической деятельности перекликается с объяснением факта изменения содержания двуокиси серы в атмосфере Венеры.

— Одна из главных задач исследований облачного слоя Венеры, — продолжает Вячеслав Михайлович, — состояла в уточнении фотохимических процессов, ответственных за его образование. Судя по полученным ранее косвенным данным, можно было предположить, что облака состоят в основном из серной кислоты (концентрации 75–85%) с примесью хлора. Но прямых определений серной кислоты в облачном слое не было. Да и непонятно, в какой форме в облаках присутствует хлор.

Химический анализ аэрозоля — использовался метод каталитического разложения серной кислоты на угле — показал: облака Венеры содержат серную кислоту в аэрозольной форме. Кроме того, в аэрозоль входят также элементная сера, хлор, фосфор. Вот такой коктейль!

Что касается формы облаков, то измерения выявили их сложную слоистую структуру. Один из спускаемых аппаратов, АМС «Вега-1», обнаружил, как минимум, пять облачных ярусов.

4. Инженерно-фантастический фильм

Теперь мысленно снова вернемся на борт «Веги», которую мы оставили в момент расстыковки пролетного и спускаемого аппаратов. С одной стороны, посадочный аппарат (ПА) стремился как можно прицельнее высадить «аэростатный десант», обеспечив точный (под заданным углом) вход СА в атмосферу, с другой — он обязан был пролететь мимо Венеры по. такой траектории, чтобы обеспечить наилучшие условия для ретрансляции сигналов СА на Землю. Взаимоисключающие требования! Но даже если бы ПА «исхитрился» и выполнил их все, он уже никак не вышел бы на межпланетную траекторию для полета к комете…

Решая эту непростую задачу, баллистики пришли к такому неожиданному решению. ПА должен совершить дополнительный активный маневр уже после пролета Венеры — «вырулить» на межпланетную магистраль и ведущую к нисходящему узлу кометной орбиты!

Но вот беда: насколько точно комета, находящаяся в это время между орбитами Юпитера и Сатурна, станет придерживаться своей орбиты после прохождения перигелия, пока неизвестно, поскольку полет к небесному телу, параметры движения которого неизвестны с необходимой точностью, осуществляется впервые.

Таков один из удивительнейших парадоксов путешествия к комете…

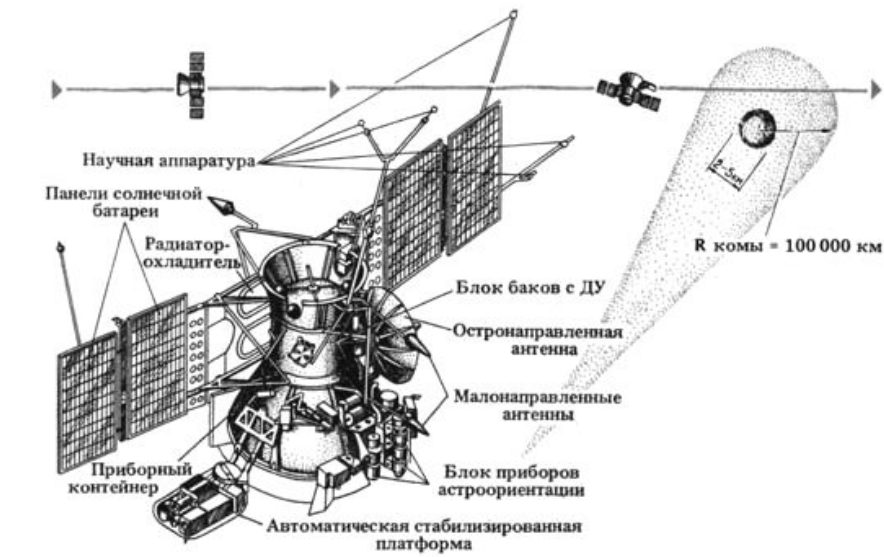
— Как же так, — может возразить читатель, — разве после переоткрытия кометы астрономы не вычислили все параметры ее новой орбиты?

Правильно, вычислили. Даже сосчитали, что перигелий наша космическая гостья пройдет 9 февраля 1986 года в 10 ч по московскому времени, что это всего лишь на 5 ч 13 мин раньше (и всего лишь на 11 тыс. км дальше), чем предполагалось по прежним расчетам.

И все же… Нет ничего другого, столь подверженного изменениям в звездном мире, как кометные орбиты. Любая планета может сбить их с пути — уж таковы свойства малых тел, и в предугадывании этих главных особенностей для специалистов состояла одна из самых больших сложностей проекта «Вега».

Чтобы обеспечить космический слет в назначенный срок и снабдить АМС информацией для коррекции орбит в течение всего времени полета, целая армия вычислителей, используя все новые и новые данные наблюдений самых крупных телескопов планеты, без конца уточняла координаты кометной орбиты.

В ход пошли результаты не только самых последних наблюдений, но и сведения, почерпнутые из астрономических хроник 1910, 1835, 1759, даже 1652 года! Только совместный — комплексный! — анализ всей этой информации, накопленной человечеством за многие века астрономической практики, позволил принять точно выверенное, единственно правильное решение о коррекции орбит АМС. Таким образом, можно без большого преувеличения сказать, что в реализации «проекта века» участвовали ученые из многих стран и, добавим, многих времен!



Характеризуя поистине астрономический объем вычислительной работы, необходимой для того, чтобы создать теорию движения кометы Галлея, приведем один пример: в США были обработаны результаты практически всех астрономических измерений, выполненных… с 1759 года! Аналогичную работу проделали и советские специалисты.

— Если все наши вычисления верны, — сказал заведующий одной из лабораторий Института космических исследований доктор технических наук Г. А. Ованесов, — то в двух днях пути на расстоянии в 14 млн. км от кометы телевизионная система (ТВС) проведет первую съемку кометы.

За сутки до пролета начнется второй сеанс съемки. Наконец, за 2 ч до расчетного момента сближения с ядром кометы пройдет основной сеанс…

— Впрочем, что это я вам рассказываю, — спохватился Генрих Аронович. — Лучше один раз увидеть, не так ли? Давайте

совершим пробный подлет к комете с помощью компьютера.

Мы вошли в аппаратную (а дело было буквально через несколько дней после старта АМС, то есть более чем за год до ожидаемого события). Дальнейшее произошло так стремительно, что я даже не успел почувствовать разочарования, неизбежного, когда обстоятельно анатомируют чудо.

…Тихонько зажужжал компьютер, и на экране дисплея выплыла яркая светящаяся звездочка. Потом — еще несколько точек.

— На этом этапе наведения, — прокомментировал заведующий лабораторией, — кометы от других звезд не отличить. Поэтому «Вега» летит, ориентируясь на звезды.

Но вот изображение выросло, вспыхнула надпись: «Расстояние между кометой и станцией 14 млн. км, время до встречи 300 тыс. с». В углу экрана неоновым светом вспыхнула кадрирующая рамка, подобная той, что бывает в видоискателе дальномера.

— Пиропатроны отстрелили платформу наведения, она заняла рабочее положение, — сообщил Ованесов. — ТВС с помощью широкоугольного объектива обследует небосвод.

Случай оказался самый неблагоприятный: станция комету не видела и действовала вслепую, пытаясь поймать в поле зрения нечто, отличающееся по внешнему виду от звезд и туманностей. В ее электронной памяти была записана фотометрическая модель — аналог кометы, теперь ТВС искала ее прототип.

Но вот неоновая рамка, прилежно обойдя почти все секторы обзора, зацепила наконец край «косматой звезды».

Платформа замерла, словно бы прицеливаясь, затем, решительно подавая команды своим электрическим корректирующим двигателям, стала быстро «загонять» комету в рамку. Кометное ядро росло на глазах — АМС приближалась к цели.

И вот тут «космический айсберг» повел себя непредвиденно. Из его ядра ударила ослепительная, напоминающая медленную молнию вспышка — джет. Любая из существующих систем наведения, реагирующая на наиболее яркое пятно в кадре, должна была поддаться «отвлекающему маневру» джета…

Но… бортовая ЭВМ изменила экспозицию съемки — и все встало на свои места. Парировав «выпад» кометы, платформа продолжала наведение.

Затем последовал целый каскад искусно подобранных «чрезвычайных происшествий» — ни на одну из этих «удочек» станция не попадалась. ЭВМ, хладнокровно просчитывала варианты, принимала безошибочное решение, пока на экране не

вспыхнула надпись: «Расстояние до ядра — 10 тыс. км».

Замечу, что не только я, впервые видевший этот инженерно-фантастический фильм, был захвачен происходящими на экране событиями, которым реально предстояло случиться лишь через год. Даже сотрудники лаборатории нет-нет да и подходили к дисплею, словно бы позабыв, что за всеми перипетиями космической остросюжетной фабулы стоит вдохновенно выстроенный алгоритм наведения АМС на ядро кометы, а развитием событий талантливо управляет система программ. Она же командовала и машинным переводом с языка математической логики на «диалект» цветных зрительных образов, чем, кстати, существенно облегчала исследователям усвоение огромного потока быстроменяющейся информации. Трудно придумать более красивое и более убедительное доказательство того, что вдохновенный инженерный расчет, как и высокая поэзия, способен предвидеть, точнее, предвычислять будущее!

— Не слишком ли «сгущены» краски, которыми рисуется «коварство» кометного ядра? — спросил я тогда у Ованесова.

— Поскольку никто из нас пока еще не знает, что представляет собой объект на самом деле, мы строили математическую модель, самую неудобную с точки зрения системы наведения, — ответил он. — И если станция, попав в экстремальные условия, с честью вышла из трудного положения, значит, для более благоприятной ситуации все должно сойти еще благополучнее.

Такую станцию, подумал я тогда, не стыдно было б показать в другой галактике. Как высшее достижение нашей цивилизации.

5. Броня против… пыли

Полет межпланетных роботов к комете Галлея — они неслись навстречу «косматой звезде» с суммарной скоростью 78 км/с, чтобы разминуться с ней на расстоянии «всего» 10 тыс. км, — относился к категории «особо опасных». По сравнению с ним обычный полет к Венере, как образно заметил один из конструкторов станции, выглядит заурядной загородной поездкой на автомобиле. Повышенную опасность заключали в себе пылинки кометной атмосферы… массой в сотые и даже тысячные доли грамма. Без специальной защиты серийная «Венера» — а используется именно эта, многократно испытанная, с отработанными системами АМС — при встрече с кометой Галлея превратилась бы в решето. Расчеты, выполненные на ЭВМ, предсказывали, что давление в зоне удара пылинки об обшивку аппарата может достигать немыслимых значений — до 50 млн. атм.

Чтобы обезопасить приборы от разрушения, оградить жизненно важные узлы станции, кабельные сети и прочее, АМС оборудована двух-, а местами даже трехслойными экранами, масса которых только на платформах достигала 14 кг.

Их рифленые слои из сверхпрочной металлической фольги гасили энергию микрочастиц следующим образом. При ударе наружный слой играл роль только испарителя пылевой частицы. В результате микровзрыва образовывался микрократер и осколки под большими углами к направлению первоначального ее движения разлетались в стороны. Второй слой еще больше гасил энергию проникших к нему осколков, затем третий… Последней же, четвертой преградой на пути наиболее энергичных прорвавшихся частиц вставала сама стенка прибора.

Как известно, любой отправляемый в космос агрегат или прибор проходит всесторонние наземные испытания — на термовыносливость, вакуумную прочность, радиационную устойчивость, причем так, что все особенности реальных, космических условий удается, как правило, воспроизвести с достаточной полнотой в земных условиях.

А вот как промоделировать космическую бомбардировку микрочастицами кометы пылезащитных экранов АМС? Ведь разогнать кремниевую или, скажем, железную пылинку до скорости 80 км/с невозможно ни в одном из существующих ускорителей.

Ученым пришлось обратиться к теории, численному эксперименту. Была построена инженерная модель столкновения.

И что же? Подробнейшее ее рассмотрение дало неутешительный ответ: необходимой гарантии защиты косморобота от пыли быть не может. В принципе. Это обстоятельство заставило ученых отказаться от промежуточной записи поступающей на борт «Веги» научной информации на запоминающее устройство. Поэтому все сведения сразу же передавались на Землю.

Что и говорить, это условие резко усложнило задачи, стоящие перед конструкторами. Ведь оно означало, что в течение всего пролета станции сквозь кометную атмосферу остронаправленную антенну АМС нужно постоянно ориентировать на Землю. Но как при этом быть с той частью научной аппаратуры, которая, изучая кометное ядро оптическими средствами, должна постоянно нацеливаться на зону наибольшей яркости «косматой звезды»? Как «развязать» этот непростой узел проблем, осложняющийся еще и тем, что полет АМС в атмосфере кометы будет, по всей вероятности, «слепым»? Следовательно, ориентировать станцию с помощью оптических датчиков скорее всего не удастся. Стабилизировать аппарат пришлось при помощи гироскопов.

Вдумайтесь в эти взаимоисключающие условия задачи. С одной стороны, требовалось точно держать пролетный аппарат на траектории, с другой — приборам и датчикам, находящимся на его борту, нужно прицельно, с точностью до угловой секунды, постоянно брать «на мушку» небесное тело, угловые размеры которого непрестанно меняются!

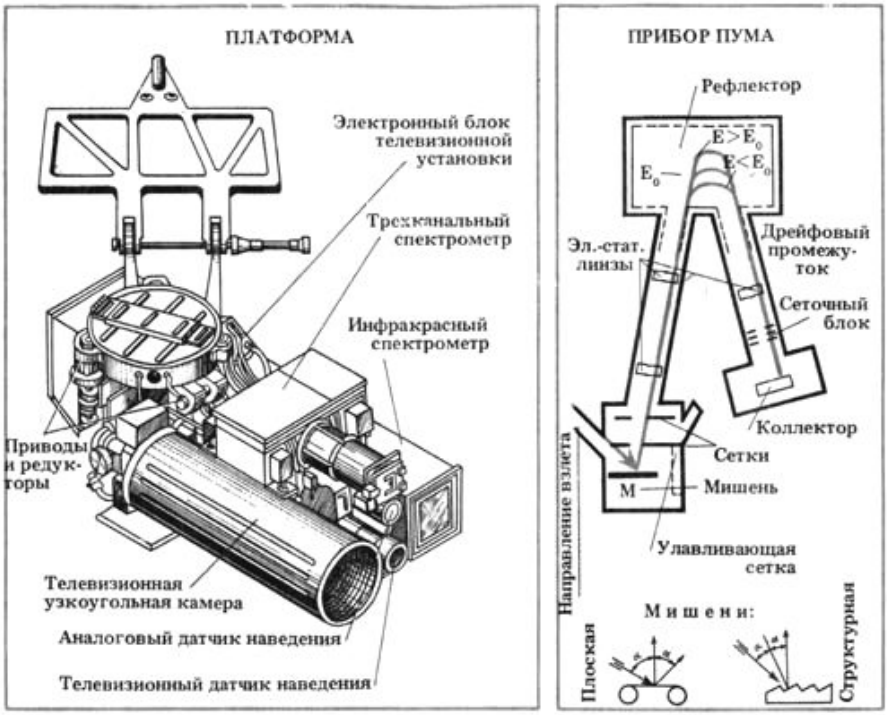
Задача подобного класса сложности никогда не решалась мировой наукой. Пришлось разрабатывать принципиально новую исследовательскую платформу.

— И такая в прямом и переносном смысле платформа, — говорит один из создателей необычной конструкции Г. Сасин, — была создана в кратчайшие сроки специалистами Института космических исследований совместно с чехословацкими учеными и инженерами. С ее помощью удалось «развязать» приборный комплекс и станцию, сделать его независимым от ориентации АМС.

В свое время для вертикальных ракет-зондов конструировали простейшие платформы, используемые для наведения научных приборов на Солнце. Потом стали оснащать ими спутники связи. С их помощью направленные антенны могли не отрываясь следить за определенным наземным пунктом.

Но все эти элементарные «подставки под оборудование» не могли бы, разумеется, обеспечить высокой точности наведения исследовательских инструментов, эффективность работы которых сильно зависит от положения в пространстве относительно

объекта наблюдения.



Без преувеличения можно сказать, что автоматическая стабилизированная платформа (АСП) открыла новое направление в развитии космического приборостроения. Это сервомеханизм, как его называют конструкторы, массой около 100 кг с двумя степенями свободы, который с минимальной погрешностью может перемещаться в двух взаимоперпендикулярных направлениях. Научная аппаратура массой 80 кг была установлена на раме платформы, которая в течение почти 15-месячного полета к комете Галлея была пристегнута специальными креплениями к расширяющейся части пролетного аппарата. И лишь недели за две до встречи с «косматой звездой» три пиропатрона открепили эту платформу. Распрямляясь, мощная пружина торсиона перевела платформу в рабочее положение. Далее отщелкнулись крышки телевизионных объектов и датчиков наведения. Так платформа обрела «зрение» и, подчиняясь командам бортового микропроцессора, в автоматическом режиме начала разыскивать комету.

Выносная консоль АСП сконструирована таким образом, чтобы в поле зрения датчиков и приборов «телевиков» не попадали панели солнечных батарей, штанги, антенны и другие

навесные элементы АМС. В случае необходимости платформа совершала своеобразный «нырок» под днище пролетного аппарата, например, чтобы произвести телевизионную съемку ядра кометы, когда та будет удаляться от станции.

Для облегчения механизмы платформы были выполнены негерметичными. Это кажется невероятным: прецизионные узлы, пробыв почти полтора года в открытом космосе безо всяких дополнительных мер предосторожности, вдруг включаются в работу!

Да, в условиях космического холода и вакуума редукторные шестерни работали без смазки. Обычные масла, как известно, к работе в космосе непригодны. Инженеры пробовали заменить жидкую смазку на графит — и вместо того, чтобы уменьшить трение, он, став в условиях космоса хрупким и твердым, действовал на трудящиеся части как абразивный порошок! Вышли из положения, напылив на трущиеся поверхности дисульфид молибдена. На земле у этой смазки репутация была несколько «подмоченной»: порошок жадно набирал воду. А вакуум, напротив, его обезвоживал — земной минус смазки превратился в космический плюс. Внедрение такой смазки, с помощью которой удалось разгерметизировать и, следовательно, облегчить механизм, позволило в конечном итоге увеличить полезную массу научной аппаратуры на борту АМС.

6. «Белые пятна» кометы

Советские и зарубежные специалисты, с которыми мне довелось беседовать о проекте «Вега», единодушно отмечали такую его отличительную черту: создана исследовательская аппаратная очень широкого диапазона, позволяющая «археологам космоса» рассмотреть малоисследованный объект нашей Вселенной во всем диапазоне его свойств, выяснить глубинные процессы, происходящие в недрах комет.

Есть немало доводов в пользу того, что кометные ядра в основном состоят из водяных, углекислотных, аммиачных и тому подобных льдов. Однако на спектральных пластинках до сих пор находили лишь опознавательные знаки окиси углерода. На этот раз местом опознания «родительских» молекул выбрали спектр флуоресценции в так называемой ближней инфракрасной области, где скорее всего можно было обнаружить колебательное возбуждение первичных молекул. Однако их «вклад» в излучение столь мал, что почти находится на уровне пороговой чувствительности трехканального спектрометра. А если повторить опыт несколько раз? Так удалось перешагнуть этот порог, и в руках ученых оказались до сих пор тщетно разыскиваемые «автографы».

На борту «Веги» работал и инфракрасный спектрометр французского производства, оборудованный тремя оптическими каналами. Два из них предназначены для работы в спектроскопическом режиме, третий — снимал «теневой» портрет ядра кометы в инфракрасных лучах. Для изучения взаимодействия солнечного ветра с атмосферой и ионосферой кометы на борту АМС также работал сконструированный специалистами ВНР, ФРГ и СССР детектор, с помощью которого изучались ионы, ускоренные в районе кометы. Для измерения распространяющихся в комете электромагнитных волн, регистрируемых двумя антеннами, предназначался анализатор плазменных волн, разработанный чехословацкими, польскими, французскими и советскими специалистами.

На первый взгляд может показаться, что ряд приборов просто-напросто дублировал друг друга; больше того, некоторые данные — о скорости образования кометных частиц, об их размерах и параметрах их движения — уже известны специалистам благодаря косвенным измерениям.

На самом деле это не так. До сих пор большинство данных получали в результате спектрометрических измерений, причем только в видимом и ИК-диапазоне. Но кометный эксперимент

охватывал всю «радугу» спектра, тем самым закрывая максимум «белых пятен». До сих пор не хватало прямых измерений вблизи ядра кометы.

Чтобы получить такую исчерпывающую информацию о простой кометной пылинке, нужно суметь зарегистрировать удар по мишени каждой отдельной частицы. Специалистам пришлось ломать голову над тем, как перевести вещество пылинки из твердого в плазменное состояние (непременное условие всех спектроскопических методов исследования вещества). Столкновение на скорости 78 км/с приводило к мгновенному испарению объекта исследования. Разумеется, при столкновении испарялась не только пылевая частица: какая-то доля материала мишени тоже уходила в облачко плазмы. Но зная, что мишень сделана из чистого серебра, не представляло большого труда отделить, как говорится, зерна кометного вещества от плевел мишени.

Поскольку объем получаемых прибором сведений исключительно велик (вблизи кометы регистрировалось до 12 ударов в секунду, и всего была собрана информация о нескольких тысячах частиц), а передача этих сведений на Землю ограничена пропускной способностью телеметрических каналов связи, то в составе прибора предусмотрен специализированный микропроцессор, который по нескольким программам производил предварительную обработку информации и самостоятельно отбирал наиболее «информативные» удары.

Но ведь пыль пыли рознь: в космическом пространстве оказывались и частицы, не имеющие никакого отношения к комете. Как в течение долгого пути уберечь чувствительные элементы прибора от их воздействия?

— Мы поступили так же, как автомобилист на пыльном проселке, — рассказывал мне один из разработчиков прибора В. Хромов, — когда, открыв жалюзи, он создает в салоне давление выше атмосферного. Мы закрыли входной патрубок корпуса прибора специальной крышкой и подали внутрь газ. Снаружи — космический вакуум, внутри — почти атмосферные условия. Ни одна посторонняя частица в прибор не попадет: сгорит. А за 10 дней до сближения с кометным ядром по команде с земли крышка открылась и прибор — «Пума» — приступил к работе.

Но вот на мишени «взорвался» мельчайший кусочек кометы — и в миллиардную долю секунды образовался плазменный сгусток. Что дальше? Возникла яркая вспышка. Она регистрировалась фотоумножителем, «запускающим» отсчет времени.

Основной рабочий инструмент «Пумы» — ускоряющее

электромагнитное поле. Ионы разных элементов обладают разной массой. Поэтому одно и то же напряжение разгоняло легкие ионы до значительно больших скоростей, чем тяжелые. А значит, на регистрирующий элемент прибора — коллектор — они приходили в разное время. Зная их время в пути, можно сказать, о каком элементе идет речь.

Правда, тут есть одна тонкость. Ускоряющее поле сообщало всем ионам с одинаковой массой одинаковую энергию. Но в начальный момент времени, при ударе разных тяжелых и легких пылинок о мишень, ионы с одинаковой массой приобретали все-таки чуть разную энергию. А это приводило бы к неодновременности их попадания на коллектор, чего быть не должно. Выравнивание скоростей ионов происходило в рефлекторе. Это своего рода электростатическое зеркало обладает свойством притормаживать слишком быстрые и «подгонять» медленные ионы. Принцип его действия можно пояснить таким примером.

Представьте себе шарик на резинке. Бросаете его в сторону — резинка шарик возвращает. Чем сильнее бросок, тем больше возвращающая сила. Замените шарик ионом, возвращающую силу резинки — напряженностью поля, и вы получите представление о том, как работало электростатическое зеркало. Далее, зная химический состав пылинок, их спектр, массу, частоту соударений, можно воссоздать картину их распределения в кометной атмосфере в зависимости от размеров, вычислить, на каком расстоянии от ядра находилась частица той или иной массы.

* * *

Дублеры, как известно, остаются на Земле… Случилось так, что именно это, бытующее с начала освоения космоса правило предоставило мне редкую возможность рассмотреть дублеров межпланетных роботов, в то время как они накручивали на свои космические спидометры уже десятки миллионов километров.

Я побывал в лабораторно-испытательном корпусе Института космических исследований, когда операторы вновь готовили платформу к работе. Задача, стоящая перед агрегатом-дублером, — до мельчайших подробностей воспроизводить все то, что происходит с АСП там, при подлете к комете Галлея, чтобы принять единственное правильное решение.

…Освобожденная от тепловых и вакуумных экранов, сплошь уставленная приборами, платформа являла собой редкое по

красоте зрелище. Любой из приборов, удостоившийся чести работать на ней, представлял вне всякого сомнения вершинное достижение научной мысли ученых.

7. Ядро без вуали

Удивительный парадокс. Несмотря на то что за последние 100 лет наблюдений в косматой «шевелюре» комет не осталось, кажется, ни одного не сфотографированного и не промеренного «волоска», никто из астрономов не смог предсказать главного: как выглядят их ядра, скрываемые непроницаемой газопылевой вуалью.

Ясно, что создатели космических зондов стремились заглянуть за вуаль кометной атмосферы, провести эксперименты в околоядерной зоне. Но полет «впритирку» к ядру, то и дело взрывающемуся пылевыми протуберанцами, чреват серьезной опасностью: крупные, массой до грамма пылевые частицы, врезаясь на скорости 78 км/с даже в «бронированную» обшивку космороботов, могли повредить его жизненно важные узлы. Разумеется, в случае удачи подобной космической миссии телевизионные системы, как говорится, «в упор» могли рассмотреть ядро «небесной странницы». Однако расчеты показывали, что в этом варианте вероятность поражения весьма велика.

Разумеется, существовала и другая крайность: разминуться с кометным ядром на сравнительно безопасном (скажем, в несколько десятков тысяч километров) расстоянии и тем самым наверняка уберечь приборы и панели солнечных батарей АМС от сокрушающей бомбардировки космической пылью. Конечно, в случае «непыльного сближения» объем добытой космоботами информации был бы гораздо скромнее.

Авторы проекта «Венера — Галлей» избрали тактику пролета, оказавшуюся оптимальной. «Вега-1» подошла к ядру кометы Галлея на расстояние 8912 км, а «Вега-2» — 8036 км.

В результате собрана уникальная научная информация, полная обработка которой, как считают специалисты, займет несколько лет. Наиболее ценная ее часть — свыше полутора тысяч портретных снимков кометы Галлея — передавалась на Землю в реальном времени. Подобный межпланетный репортаж из точки, удаленной от нашей планеты на 170 млн. км, советским космороботам удалось провести первым в мире.

Однако сколь ни искусны оказались телевизионные системы «Вег», автоматически «загонявшие» в кадр весьма капризный природный объект, умело менявшие и подбиравшие фильтры и экспозиции, комета Галлея не спешила расставаться со своими тайнами.

Лишь компьютерная детальная обработка изображения кометного ядра, маскируемого мощными газопылевыми выбросами — джетами, позволила определить его контуры и размеры, отражательную способность и другие параметры.

Итак, перед нами тело неправильной формы длиной 16 км и около 8 км в поперечнике. Внешняя схожесть этой «картофелины» с марсианскими спутниками Фобосом и Демосом (и не исключено, с некоторыми малыми спутниками Сатурна и Урана) основательно подкрепила гипотезу, предполагающую, что кометные ядра родились в той области Солнечной системы, где ныне находятся планеты-гиганты (и которые в процессе своего формирования и забросили свои осколки на далекие задворки Солнечной системы).

Отметим, что, поскольку у кометы Галлея период вращения вокруг собственной оси составляет около 53 ч — этим, кстати, объясняется, что снимки «Веги-1» и «Веги-2» несколько отличаются друг от друга, — мы имеем возможность взглянуть на «небесную странницу» с разных точек зрения и даже построить объемное изображение уникального природного объекта.

Далее, установлено, что комета Галлея, проходя вблизи Солнца, выбрасывала в космическое пространство миллионы тонн водяного пара ежесуточно — основного, по-видимому, вещества ее ядра.

Здесь необходимо сделать отступление. Дело в том, что приборному комплексу АМС впервые удалось зафиксировать излучение от внутренних областей кометы, испущенное так называемыми родительскими, то есть входящими в состав кометного ядра, молекулами. С Земли провести подобное наблюдение невозможно в принципе. Кроме того, «родительские молекулы» после обработки ультрафиолетовым солнечным излучением химически видоизменяются, что также делает невозможным их «опознание».

На фоне мощных спектральных линий водяного пара отчетливо (хотя и намного слабее) проявились полосы углекислого газа и других, скорее всего углеводородных примесей. Что касается уже видоизмененных — «вторичных» — молекул, то среди них исследователи опознали хорошо знакомые по наземным наблюдениям гидроксил, циан, двухатомный углерод и т. д.

Вблизи Солнца комета обильно парила и пылила. Пылевые счетчики, скрупулезно подсчитывавшие каждую попавшую на их детекторы частицу, установили, что ежесуточно кометное ядро выбрасывало около миллиона тонн пыли! Причем наиболее интенсивные пылевые фонтаны приходились на зоны с особо мощными истечениями газов. Любопытно, что при таком расходе — около 100 млн. т на виток — это небесное тело массой около 200 млрд. т проживет еще не одно тысячелетие.

Итак, концепция «айсбергов» получила подтверждение? Не будем торопиться. Мешает один бесспорно установленный факт: оптическими измерениями установлено, что отражательная способность, или, как говорят, физики, альбедо ядра, имеет низкую — около 45% — величину.

Такое же альбедо наблюдается у колец Урана и недавно открытых его спутников, а также у темных областей Япета. Это свидетельствует, по-видимому, — о наличии первичного углистого вещества, аккреция (то есть выпадение под действием гравитации) которого произошла на самых ранних стадиях

развития Солнечной системы.

Но это что-то очень мало похоже на поверхность ледяной глыбы. К тому же она… горячая! Этот факт установлен ИК-спектрометрами «Вег». Измерения показали, что температура излучающей области достигала 100 °С.

Возможно ли, чтобы ледяной панцирь айсберга, пусть даже и космического, мирно уживался с «пламенем» его поверхности?

Но вспомним потемневшие весенние сугробы на городских улицах, долго тающие под мартовским солнцем. Немногие знают, что поверхность сугроба разогревается до 20–30 °С, но благодаря отличным теплоизоляционным свойствам образовавшейся на нем пористой корочки из пыли, гари и копоти холод внутри него сохраняется многие дни…

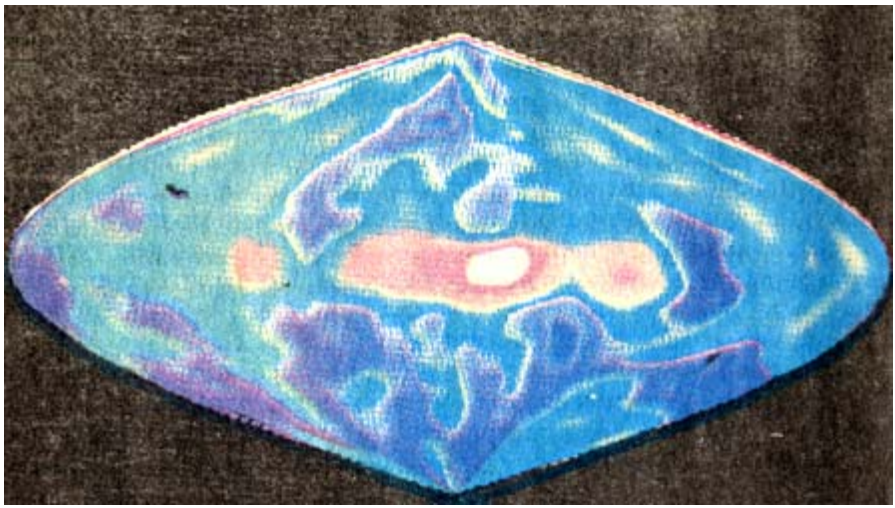
Чем не модель кометы, позволяющая удачно разрешить многие противоречия? Кометное ядро — это водный лед, в кристаллическую решетку которого внедрились примесные молекулы. В этот лед, как показали эксперименты, вкраплены различные тугоплавкие частицы метеоритного происхождения. По мере бурного испарения льда на его поверхности скапливается черный пористый слой, обладающий низкой теплопроводностью. По-видимому, ядро покрыто коркой из высокополимерного органического вещества. Поглощая солнечное излучение, она часть энергии отражает (в ИК-диапазоне) в окружающее пространство, а часть тепла передает ледяному панцирю. Образующийся пар время от времени пробивается через поры оболочки, толщина которой, по разным оценкам, колеблется от нескольких миллиметров до нескольких сантиметров, а если это не удастся — взламывает ее. Тогда с поверхности ядра начинают бить мощные газовые струи, увлекающие за собой пылевые частицы. Очевидно, срок жизни слоя невелик: он полностью обновляется примерно за сутки.

Особо уникальные данные о составе кометного вещества собрал пылеударный масс-спектрометр «Пума», который проанализировал химический состав около 2000 каменистых и металлических частиц, выброшенных газовыми струями. Они оказались метеоритного происхождения, и в них преобладали натрий, магний, кальций, железо, кремний, а также вода и углерод. В этом весьма пестром и сложном перечне элементов и их распределении закодированы тепловые процессы, происходившие на ранних этапах образования Солнечной системы.

Анализ пылевых частиц убедительно продемонстрировал присутствие в них сложных органических соединений. По всей видимости, совокупность имеющихся данных о пыли позволяет

сделать вывод о ее межзвездном происхождении.

Радиообраз юной Вселенной



Радиообраз юной Вселенной в первые ее миллионолетия впервые в мире построен советскими учеными. Более полугода на борту высокоапогейного спутника «Прогноз» работал самый маленький в мире радиотелескоп, принимавший микроволновое фоновое излучение, пришедшее к нам из далекого прошлого Вселенной.

Жаркая июльская полночь. Байконур.

«„Прогноз“ на проводе, — объявляет дежурный оператор. — Даю связь».

Вращаются магнитные диски, бегают каретки приборов. Но что это? Самописцы — все как один — бесстрастно вычеркивают незамысловатые, как трамвайные пути, шумовые дорожки.

Оператор вопросительно смотрит на разработчиков радиотелескопа, присутствующих на первом сеансе связи.

«Все в порядке, — уверенно отвечает заведующий одной из лабораторий ИКИ кандидат физико-математических наук И. Струков, хотя, наверное, у него на душе кошки скребут… — Аппаратура в норме», — говорит он. Однако любой инженер, взглянув на то, сколь глубоко утонул в шумах полезный сигнал, вполне может в этом усомниться. Но Струков-то, как никто другой, знал, что для того чтобы из этого океана шума вытек слабый ручеек полезной информации, их радиотелескоп должен набрать огромную статистику, провести множество — миллиарды — измерений.

Так начинался этот уникальный эксперимент, результатом которого стало создание радиокарты Вселенной. Это самый

грандиозный объект, съемку которого когда-либо предпринимало человечество. И — самый древний, ибо никому еще из «археологов дальнего космоса», ищущих ответы на вечный вопрос: «Как возник мир?», не удавалось заглянуть в столь отдаленные глубины дога. тактической истории.

Чем же интересна нам сегодня картина Вселенной 15–20 миллиардолетней древности?

В ту пору не было ни звезд, ни скоплений, ни галактик — ни одно светило не появилось еще на свет. Лишь в оптическом диапазоне волн мчат, пронизывая во всех направлениях пространство, фотоны. Именно в том, каким образом сейчас распределена энергия этих остывших чуть ли не до абсолютного нуля квантов электромагнитного поля, содержится бесценная информация о «начале», если так можно выразиться, мира. В потоках реликтовых фотонов содержатся тончайшие генетические структуры, расшифровывая которые, космологи пытаются понять, как появился на свет феноменальный «сверхген» Вселенной, из которого спустя миллиардолетия родились галактики, звезды, мы…

1. За «ошибку» — Нобелевскую премию

Почти четверть века назад американские радиоастрономы А. Пензиас и Р. Вильсон заложили краеугольный камень в здание современной космологии. «Прослушивая» небесный свод с помощью специальной рупорной антенны, они изучали слабые радиосигналы, отражаемые спутниками «Эхо». Антенна — это укрепленная на крыше здания гигантская «слуховая трубка» 7 м длиной. Пытаясь определить порог чувствительности антенны, ученые ориентировали ее рупор так, чтобы в него не попадало космическое радиоизлучение Млечного Пути. Прием шел на волне 7 см, в том диапазоне, в котором атмосфера имеет «окно прозрачности», поэтому на фоне молчащего радиокосмоса должны были бы сразу отчетливо проявиться собственные шумы аппаратуры. Расчеты, однако, не оправдывались. Галактика отчетливо «фонила». Но может быть, высокочувствительный прибор заодно регистрировал и тепловые помехи атмосферы? Ученые стали понемногу менять положение «слуховой трубки», рассуждая, что при приближении к линии горизонта атмосфера становится толще и, следовательно, уровень шумов должен возрасти, а в зените, напротив, упасть.

Но ничего подобного. Антенна вела себя одинаково шумно при всех положениях рупора над горизонтом. Эксперимент затянулся на многие месяцы, поэтому антенна, вращаясь вместе с Землей вокруг ее оси, а также вокруг Солнца, словом, перемещаясь в пространстве, уже принимала излучение из новых областей Галактики, но… все на том же недопустимо высоком уровне шума. И в любом положении «температура» антенного шума отличалась от расчетной на одну и ту же величину.

Будучи дотошным исследователем, Пензиас в поисках «шумящего» фактора винтик за винтиком перебрал узлы и детали своей конструкции. Пришлось даже выселить из рупора пару голубей, а также затратить немалые усилия на очистку антенных конструкций от некоего постороннего вещества, которое Пензиас позже, в своей Нобелевской речи, назовет деликатно «диэлектрическим белым налетом».

Тщетны все старания! Едва опыты были возобновлены, выскобленный и вылизанный коротковолновый приемник излучения зашумел вновь. Сигнал на выходе приемника свидетельствовал о том, что он принимал энергию, пропорциональную 7 К, изо всех точек пространства. В конце концов, отнеся еще градуса 3–4 на внутренние шумы охлаждаемых жидким гелием усилителей, экспериментаторы

получили в «сухом» остатке около 3 К, «списать» которые было просто-напросто не на кого… Разве что на Вселенную, которую и заполняло это однородное, доселе неизвестное микроволновое излучение?..

Так было совершено самое выдающееся со времен Коперника открытие в области космологии (учеными, кстати сказать, никакого отношения к космологии не имеющими). В 1978 году за открытие микроволнового реликтового излучения им была присуждена Нобелевская премия. Оказалось, впрочем, что теоретиками эти результаты были давно предсказаны.

2. Свет и тьма «горячей» Вселенной

«Всегда очень трудно сознавать, что те числа и уравнения, которыми мы забавляемся за нашими столами, имеют какое-то отношение к реальному миру», — сказал однажды лауреат Нобелевской премии С. Вайнберг. Может, это был прозрачный намек физикам-экспериментаторам на их излишнюю недоверчивость — или невнимательность? — к выводам, получаемым «на кончике пера»? Скорее всего так, ведь еще в 20-х годах из решений уравнений гравитации А. Эйнштейна, полученных выдающимся советским физиком А. Фридманом в первой половине 20-х годов, следовало, что в зависимости от средней плотности вещества Вселенная может либо бесконечно расширяться, либо под влиянием сил гравитации сжиматься.

Фридмановскую модель расширяющейся Вселенной вскоре подтвердило открытие американского астронома Э. Хаббла. Он обнаружил, что в спектрах далеких галактик наблюдается так называемое красное смещение, причем тем большее, чем дальше галактики находятся от Земли. Из школьного курса физики известно, что, согласно эффекту Доплера, длина световой волны увеличивается, если излучающий объект, в данном случае галактика, удаляется от нас. Или другой широко известный пример с гудом самолетных турбин: если машина приближается к наблюдателю, звук становится выше, если удаляется — ниже; в последнем случае волны как бы удлиняются, то есть происходит смещение спектра в сторону более длинных волн.

То же самое происходит и в спектре радиоизлучения разлетающихся галактик. Однако самым поразительным было то, что по характеру красного смещения оказалось возможным определить возраст расширяющейся Вселенной.

Но вот вопрос: что послужило начальным толчком для такого расширения? И почему чем дальше от нас находятся галактики, тем быстрее они разлетаются?

Своеобразной точкой отсчета для современного этапа эволюции Вселенной является Большой взрыв. Примерно к такому выводу пришел американский физик русского происхождения Георгий Гамов, опубликовавший в 40-х годах три небольшие заметки в «Физикал Ревю», в которых изложил теорию, ныне широко известную под названием «горячей» Вселенной, или Большого взрыва.

В самом деле. Допустим, мы наблюдаем какое-то событие, начало которого застать не удалось. Видя разлетающиеся с огромной скоростью обломки, можно судить о силе

первоначального толчка. Применительно к разлетающимся галактикам роль первотолчка сыграл Большой взрыв. Точно так же по остывающему при расширении веществу, излучению и другим его «отголоскам» удалось установить, что примерно 20 млрд. лет назад (по другим оценкам — 15 млрд. лет) Вселенная была чрезмерно сжата и очень горяча. Насколько?.. И как быстро произошло то событие, которое сыграло весьма заметную роль в деле дальнейшего обустройства нашей Вселенной?

Осведомленность физиков в этом вопросе поражает воображение. Так, утверждается, что в момент времени, близкий к начальному, все вещество Вселенной, имея температуру 10^{31} К и плотность 10^{93} г/см^3, занимало скромный, размером с протон, объем. Далее первичный огненный шар начал расширяться — сначала быстро, потом гораздо медленнее. Дальнейший сценарий его эволюции едва ли не с секундной точностью современной наукой написан. Кроме, пожалуй, наиболее интересного начального этапа, когда вещество нашей Вселенной было собрано в одну точку, несколько туманно именуемой сингулярностью. Неизвестно лишь, что представляют собой свойства этой точки, ибо основные законы природы, которыми мы пользуемся, в том числе и важнейшие пространственно-временные соотношения, никак не могут оставаться справедливыми при тех экстремальных условиях, что присущи сингулярности. В этой — особой — точке теряют смысл даже такие фундаментальные понятия, как «раньше» и «позже», «причина» и «следствие»…

Теперь от волнующей, но непознанной сингулярности мысленно перенесемся к одному из важнейших этапов расширения Вселенной, который физики буднично называют радиационным. В это время первичный огненный шар все еще был непрозрачен для электромагнитного излучения — в нем вещество находилось в тепловом равновесии. Давление фотонного газа в мгновение ока разрушало любой образовавшийся сгусток вещества. В свою очередь, свободные электроны с их свойством рассеивать излучение решительно «пресекали» любые попытки фотонов покинуть пределы огненного шара. Лишь через миллион лет после Большого взрыва (или, как сказали бы астрофизики, при красном смещении 1055), когда температура огненного протонно-электронно-фотонного шара упала ниже 4000 К, появились на свет первые атомы водорода.

Именно на свет. Ибо связанные, то есть занявшие ядерные орбиты, электроны уже оказались не в состоянии столь интенсивно, как прежде, рассеивать излучение. Поэтому

взаимодействие фотонов с веществом ослабевает, излучение как бы отрывается от вещества! Итак, свет появляется на свет лишь в первое миллионолетие Вселенной. Как не вспомнить в этой связи в свое время сильно смущавшую отцов церкви (и потому, наверное, вызвавшую сильный их гнев) фразу Смердякова из «Братьев Карамазовых»: «Свет создал господь бог в первый день, а солнце, луну и звезды — на четвертый. Откуда же свет-то сиял в первый день?»

За сей каверзный вопрос его автор был, как известно, бит.

Как видно, новейшие открытия астрофизики, проливающие, так сказать, свет на одно из самых темных мест Библии, сегодня заодно позволили бы гораздо корректнее ответить любознательному герою Достоевского!

Вернемся, впрочем, к тому времени, когда свет впервые появился на свет. Продолжая остывать, вещество под действием сил гравитации понемногу стало собираться в сгустки и скопления, образуя зародыши будущих галактик. А излучение? В момент отрыва от вещества оно как бы «сфотографировало» начальные неоднородности в структуре развивающейся Вселенной. Зажив независимой жизнью, это фоновое излучение продолжает как бы нести в себе, а точнее сказать, в своем распределении интенсивности отпечаток Вселенной в миллионолетнем возрасте. В нем навечно запечатлены те изначальные зародыши и возмущения первичного огненного шара, рост которых в дальнейшем привел к зарождению галактик, образованию их скоплений и сверхскоплений. Измеряя распределение этого излучения на небесной сфере, «археологи космоса» получают редчайшую возможность, заглянув в далекое прошлое Вселенной, запечатлеть ее в юном — по вселенским, разумеется, масштабам миллионолетнем возрасте и даже построить радиокарту. Наблюдение любого иного из всех известных на сегодняшний день галактических объектов не позволяет разглядеть столь мелкие и столь далеко в пространстве и времени находящиеся «кирпичики» нашего мира.

3. Охота за большим косинусом

Многие аспекты теории «горячей» Вселенной, развитые отечественными и зарубежными учеными предсказывают существование неоднородности — анизотропии — в микроволновом фоновом излучении на уровне сотой и даже тысячной доли процента. Второе десятилетие подряд на 600-метровом радиотелескопе АН СССР, или сокращенно РАТАН-600, и других крупнейших радиотелескопах планеты предпринимаются отчаянные попытки обнаружить мелкомасштабную анизотропию реликтового излучения, что помогло бы астрофизикам и космологам разобраться, как шло развитие отдельных «кирпичиков» нашей Вселенной. Чувствительность имевшихся приборов позволяет оценить лишь верхний предел неоднородности: 10^{-4}–10^{-5}. Однако не меньший интерес представляет рассмотрение и таких вопросов: как происходило развитие первичного огненного шара? Всегда ли Вселенная расширялась с одинаковым темпом? Наконец, как Земля и Солнечная система движутся относительно «первичной» Вселенной?

Ответить на эти вопросы можно, если знать, как распределяется радиояркостная температура фонового излучения на небесной сфере. Иными словами, насколько однородно или неоднородно реликтовое излучение, подчиняется ли оно, скажем, законам тригонометрического косинуса или каким-либо иным? На жаргоне астрофизиков новое научное направление получило название «охота за большим косинусом в небе».

Название, конечно, шутливое. А вот поиски были развернуты нешуточные.

Не будем перечислять всех подчас весьма изощренных экспериментов, к которым прибегали исследователи многих стран, пытаясь измерить реликтовое излучение. Главное условие всех опытов — поистине космическая точность, чувствительность измерений. Об уровне требований, предъявляемых к приборам, красноречиво говорит такое сравнение. Чтобы определить метеорологическую обстановку в каком-либо районе Земли, приходится определить температуру земной суши и поверхности океана с точностью до градуса; приборам, диагностирующим состояние здоровья человека, необходимо измерять температуру его тела с точностью до 0,1 градуса. Но чтобы решить задачу, связанную с «самочувствием» Вселенной, радиоастрономам было бы желательно знать температуру с точностью до стотысячной доли градуса. Последнее же означает, что если ложку кипятка

размешать в бассейне холодной воды, то в этом случае температура как раз и «подскочит» на такую долю градуса!

Ну а в дальнейшем эту самую «ложку кипятка» экспериментаторы должны суметь разглядеть на фоне «Ниагарского водопада», горячей воды, низвергаемой с небес Солнцем, атмосферой, летящими в небе самолетами и т. д. и т. п.

Пытаясь избежать помех, американские и итальянские радиоастрономы стали проводить наблюдения с борта самолета, аэростатных гондол, поднятых на высоту до 20 км. Однако и в этом случае точность и эффективность опытов были очень низки. Так, за 15 лет исследований реликтового излучения, проводимых с самолетов и аэростатов, американские радиоастрономы работали в режиме измерения лишь 240 ч, то есть на год подготовки приходилось менее суток «чистого» наблюдательного времени.

Известный советский астроном Н. С. Кардашев еще в конце 60-х годов высказал идею об изучении реликтового излучения с помощью радиотелескопов, поднятых на борт искусственных спутников Земли. Преимущества нового способа исследования были очевидны и вскоре общепризнанны: выбором соответствующей, с очень высоким апогеем спутниковой орбиты можно избавиться от тепловых помех Земли, ее атмосферы и т. п. А самое главное — за год работы с помощью ИСЗ можно получить такой же объем информации, как и при наземных экспериментах продолжительностью почти в полвека!

Итак, идея была ясна в подробностях, спутники на такие орбиты запустить можно, установка радиотелескопа на них технической сложности также не представляла… Дело было лишь за специальным параметрическим усилителем, работающим в паре с бортовым радиотелескопом. И такой прибор, способный регистрировать тепловой контраст участков небесной сферы в десятитысячную долю градуса, был в короткое время создан В. Корогодом, А. Косовым, Д. Скулачевым под руководством И. Струкова.

Что можно сказать о приборе, способном измерить разность мощностей излучения в 10^{-27} Вт?

Чтобы лучше прочувствовать трудности, которые возникают при подобного рода экспериментах, достаточно привести слова одного из итальянских исследователей анизотропии фонового излучения Ф. Мельхиорри: «Исследовавшиеся сигналы имеют тот же порядок величины, что и естественное тепловое излучение мыши, находящейся в 50 км от детектора».

Чтобы понять, много это или мало, сравним ее с сигналом минимальной мощности, которую может принять идеальный, то

есть абсолютно нешумящий усилитель.

На первый взгляд может показаться, что идеальная измерительная установка, из которой «извлечены» все источники внутренних шумов, способна принимать любой, сколь угодно малый сигнал. Однако это не так: парадоксальным оказывается само предположение о создании нешумящего усилителя, поскольку оно ведет к нарушению принципа неопределенности.

В самом деле, минимальная порция энергии, на которую реагирует приемная система, не может быть меньше энергии одного фотона. Поскольку приемное устройство регистрирует не более фотона в секунду, то для рабочей частоты 37 Гц это соответствует пороговой мощности примерно 3×10^{-23} Вт. Выходит, идеальный усилитель должен работать с излучением в 1000 раз более слабым, чем его пороговая мощность? Как сказал по этому поводу один из физиков, это все равно, что в лупу часовщика рассматривать вирус или пытаться взлететь на аэробусе, оснащенном движком от «кукурузника». Заметим, кстати, что мы рассмотрели случай с прибором идеальной чувствительности. Настоящий же, созданный для эксперимента «Реликт» параметрический усилитель имел, само собой разумеется, в несколько раз больший шумовой уровень.

И все-таки карта распределения интенсивности реликтового излучения на небесной сфере была построена.

4. Что нашли «археологи космоса»

Чтобы выделить слабый сигнал, безнадежно утонувший в шумах аппаратуры, конструкторы уникальных приборов прибегли к весьма остроумному способу, который не раз выручал археологов, имеющих дело со старыми документами, со стертыми или утраченными надписями и т. д. и т. п. Документ несколько раз фотографируют в различных спектральных диапазонах. Затем полученные изображения складывают друг с другом. Случайные помехи — шумы! — пропадают, а вот характерные детали, пусть даже и невидимые на каждом отдельном снимке, складываясь, усиливают друг друга. Точно так же действовало и приемное устройство, разработанное физиками специально для эксперимента «Реликт»: шумы, даже превышающие слабый полезный сигнал, удается уменьшить, благодаря многократным наблюдениям за одним и тем же участком. Уровень помех по сравнению с полезным сигналом при этом уменьшался как корень квадратный из числа измерений.

По условиям эксперимента уровень шума нужно уменьшить ни много ни мало в 1 млн. раз. Число измерений, совершаемое каждую секунду, пропорционально, как известно, полосе принимаемых частот. Приемное устройство бортового радиотелескопа благодаря полосе шириной в 400 МГц позволяло в течение года работы обследовать 1500 элементов небесной сферы 4300 млрд. раз. Погоня за количеством имела своей целью резкое улучшение качества приема космологического фона: уровень аппаратурных шумов удалось уменьшить в 2 млн. раз.

Некоторое представление о том, какие чисто технические трудности пришлось преодолевать молодым ученым при создании уникального прибора, дает следующий пример, иллюстрирующий создание одного из устройств, входящих в состав не самого сложного — контактного устройства.

Представьте себе лунку, сделанную в полупроводниковом кристалле диаметром 3 мкм, и позолоченную пружинку толщиной с человеческий волос и длиной всего 0,5 мм. Пружинку изгибают по сложному профилю и, заострив с одного конца, попадают ею в лунку так, чтобы обеспечить надежный электрический контакт. 40 млрд. раз в секунду через это устройство будет проскакивать электрический разряд с фантастической плотностью 10^9 А/м^2. Это в несколько раз выше, чем в канале ствола молнии!

Характерная деталь: микроскопический контакт должен работать даже в экстремальных условиях без малейшего сбоя в

течение нескольких лет, причем заточенное жало пружинки не должно и на микрон сдвинуться в сторону ни при выводе спутника «Прогноз» на орбиту, ни в других экстремальных условиях.

Итак, эксперимент завершен. И хотя обработка результатов будет еще продолжаться, я прошу Игоря Струкова сказать несколько слов о его итогах.

— Выполнение наблюдения позволяет сделать предварительные суждения о характере перемещения нашей Галактики в пространстве. Со скоростью около 515 км/с она движется в направлении ближайшего скопления галактик в созвездии Девы. Угол между вектором скорости и направлением на галактические скопления составляет приблизительно 50°.

Одним из самых интересных и неожиданных результатов явилось то, что интенсивность излучения Млечного Пути на волне 8 мм оказалась значительно выше, чем по ранее сделанным оценкам. Это, по-видимому, связано с существованием гигантских объемов ионизированного водорода, расположенных в спиральных областях нашей Галактики. Такие области, заполненные плазмой и ослабляющие проходящее сквозь них излучение, получили название H II области. Масса наиболее крупных из них превосходит Солнце в сотни тысяч раз, температура достигает 10 000 К.

Подмечена такая любопытная закономерность. Чем меньше H II — область, тем выше в ней плотность водорода. Объяснение этому факту пока не найдено. Ряд областей удалось отождествить с объектами, наблюдаемыми с помощью оптических телескопов, другие видны только в радиодиапазоне. Установить причины их возникновения и найти разгадку столь необычной зависимости плотности плазмы от размеров области — дело дальнейшего.

Самым же главным достижением эксперимента «Реликт» является безукоризненная работа уникального радиотелескопа, превосходящего по своим характеристикам все зарубежные аналоги. Удалось добиться настолько высокой его чувствительности, что он различал две точки на небесной сфере, если их температура разнилась всего лишь на десятитысячные доли градуса. Судя по сообщениям зарубежной печати, чувствительность созданного советскими учеными радиометра вдвое выше, чем у подобного прибора на американском спутнике COBE, запуск которого еще только планируется. «Прогноз-9» подтвердил высокую однородность распределения по небу яркости реликтового излучения. Никаких, даже слабых, эффектов, предусматриваемых другими моделями Вселенной, обнаружено не было, что уже ставит эти модели под сомнение.

Сегодня идет подготовка нового проекта — «Реликт-2». Существенной особенностью новых исследований крупномасштабной анизотропии реликтового излучения станет охлаждение приемника излучения и антенны, что повысит чувствительность аппаратуры еще втрое-четверо по сравнению с достигнутой в проекте «Реликт-1».

При столь высокой чувствительности основной радиотепловой помехой станет излучение Солнца, Земли и Луны. Чтобы этого избежать, космический аппарат планируется вывести в окрестность гак называемой точки либрации. В этой точке, удаленной на расстояние полутора миллионов километров от Земли, спутник будет находиться в состоянии относительного равновесия.

И тогда космические эксперименты предоставят в наше распоряжение информацию о ряде космологических особенностей Вселенной, зашифрованных в реликтовом излучении, о распределении на небесной сфере скоплении и сверхскоплений галактик, а может быть, и о новых космических радиоисточниках.

Уран, его 15 лун и 11 колец

«Странным был этот заброшенный в пространстве, удаленный от Солнца почти на три миллиарда километров маленький спутник Урана — Оберон. Или Громовая Луна, как называли его видавшие виды астролетчики.

Тускло-багровый шар, окруженный неглубокой, пропитанной темным дымом атмосферой… В море расплавленной лавы, покрывающей поверхность планеты, плавали огненные острова. Через жерла вулканов вырывался огонь, питаемый слишком высокой радиоактивностью недр Оберона.

Громовая Луна справедливо считалась адским местом. Страшным и одновременно привлекательным. Ибо на Обероне был найден левиум — самое таинственное, редкое и удивительное вещество во Вселенной. Сказочный левиум, обладающий, как мы сказали бы теперь, свойством антигравитации».

Таким предстал Оберон — одна из лун в системе Урана в научно-фантастической повести американского писателя Э. Гамильтона «Сокровища Громовой Луны», опубликованной у нас в стране тридцать лет назад. Нет, ни левиума, ни планет с высокой радиоактивностью нынешние разведчики космоса — «Пионеры», «Зонды», «Маринеры», «Марсы», «Вояджеры», «Веги» не обнаружили. Но открыли они многое другое, тысячекратно обогатив наши, сложившиеся в основном во времена оптической астрономии представления о Меркурии, Марсе, Венере, Юпитере, Сатурне, их спутниках и малых телах Солнечной системы.

В январе 1986 года телекамеры находящегося на пролетной траектории «Вояджера-2» сфотографировали Уран и систему его спутников с расстояния в 81 тыс. км…

* * *

…2 ч 45 мин находились на пути к Земле сигналы от передатчика космического зонда. Пройдя расстояние, измеряемое в 19,2 а. е., они так ослабли, что принимавшим их центрам дальней космической радиосвязи пришлось вначале их складывать, прежде чем приступить к обработке.

Впрочем, и после накопления импульсы были столь слабы, что для того чтобы гигантским наземным комплексам было легче отделить «зерна» информации от «плевел» помех, темп передачи каждого снимка пришлось растянуть по времени почти до 4 мин.

Увы, несмотря на многочисленные ухищрения, рассмотреть поверхность этой планеты-гиганта, почти вчетверо превосходящей по диаметру Землю, так и не удалось. Впрочем, это не очень сильно обескуражило астрономов, и без того сомневавшихся, дадут ли снимки с космического зонда более подробную информацию, чем, скажем, съемки с помощью телескопов, поднимаемых на аэростатах в верхние слои атмосферы. Ибо высокий уровень облачности Урана смазывает детали общей его поверхности.

Напомним, что долгое время астрономам, рассматривавшим диск Урана даже в самые совершенные оптические приборы, буквально не за что было глазом зацепиться. Даже факт вращения этой сжатой с полюсов и, следовательно, сильно раскрученной планеты удалось установить не прямыми наблюдениями, а лишь по периодическому изменению ее блеска да по величине доплеровского смещения спектральных линий. Оказалось, что в отличие от Земли и других планет Уран, подобно Венере, вращается по часовой стрелке. Сутки на Уране, считалось ранее, равны 10,8 ч. Этот результат был поставлен под сомнение последними оптическими измерениями эффекта Доплера: новое значение (24 ± 3) ч. После расшифровки и информации «Вояджера» можно утверждать, что продолжительность суток на Уране составляет 16,5–17 ч. Подсказало этот вывод вращение облачного слоя.

И еще деталь, характерная только для Урана, вращающегося вокруг своей оси как бы лежа на боку. Сейчас, когда у нас весна, солнечные лучи падают на полюс планеты почти отвесно. Правда, Уран, находящийся на периферии Солнечной системы, получает очень мало тепла и света — в 370 раз меньше, чем Земля. Инфракрасные датчики установили, что температура его верхнего облачного слоя — минус 212 °С, нижнего — минус 192 °С. Причем облака наружного слоя — а они состоят, по-видимому, из метана и других углеводородов — движутся в зависимости от широты с

разной скоростью, достигающей 350 км/ч.

Этот парадоксальный факт, свидетельствующий о существовании на Уране мощных ветров, требует от ученых дополнительного объяснения: ведь на седьмой по счету планете Солнечной системы температурный контраст между полярными и экваториальными районами незначителен. К числу необъясненных пока загадок планеты относится и то, что постоянно освещенное Солнцем полушарие оказалось холоднее, чем находящееся в тени. Кроме того, с помощью ультрафиолетового детектора на солнечной стороне зарегистрировано атмосферное явление, названное электросиянием. Проведенные расчеты показали, что потока солнечной энергии недостаточно для его возникновения…

Магнитометры «Вояджера» обнаружили у Урана магнитное поле, о котором до сих пор не было никаких данных. Его напряженность примерно на 15% меньше, чем у Земли. Что касается магнитных полюсов, то по отношению к географическим, а точнее будет сказать, к уранографическим полюсам, они смещены на 55°. Также установлено, что это поле отличается крайней переменчивостью: оно постоянно меняется не только на протяжении 84-летнего уранового года — периода обращения вокруг Солнца, но и на протяжении урановых суток.

Ряд данных, полученных аппаратурой космического зонда, позволяет считать, что планета имеет расплавленное ядро, окруженное мощным, достигающим 8 тыс. км слоем воды, перегретой до нескольких тысяч градусов. Это не значит, что она кипит, потому что подвергается гигантскому сжатию со стороны атмосферы.

На снимках самого Урана видны вихри и четко очерченные характерные пятна — по-видимому, «ячейки бурь», а может быть, и области конденсации метана и аммиака, из которых в основном состоит атмосфера. В ней, кроме того, присутствуют гелий (10–15%) и даже ацетилен; не исключено, что последний образуется из метана под влиянием излучения Солнца. Последующие реакции с участием ацетилена приводят к образованию коричневых частиц, придающих характерный оттенок одному из колец и расходящихся от темного пятна над полюсом. Кроме того, на диске Урана заметно отдельное облако, наблюдаемое в виде яркой полосы вблизи края планеты. Что оно собой представляет? Одно из изображений, позволяющее выяснить особенности движения атмосферы, получено после тщательной обработки снимков, сделанных с использованием фиолетового, голубого и оранжевого фильтров. Введение искусственных, или, как говорят физики, неестественных цветов, помогает выявить ряд

дополнительных деталей. Исследователей особенно волновал вопрос: что могут представлять собой отдельные округлые образования, видимые в нижней части диска.

Выяснилось, что это тени, вызванные пылью, попавшей в оптическую систему камеры. Не исключено, делают вывод специалисты, что процессы машинной обработки изображений, необходимые для выявления слабозаметных деталей поверхности планеты, также приводят к подобным искажениям.

К необычным особенностям Урана относится и открытая в 1977 году система колец, состоящих из множества непрозрачных и, по-видимому, очень темных колец. В отличие от колец Сатурна эти узкие, нитевидные образования, не видимые в отраженном свете, б'ыли обнаружены только по сильному ослаблению блеска звезд, оказавшихся при орбитальном движении Урана (по отношению к земному наблюдателю) позади колец; удаленность последних от центра планеты составляет от 1,6 до 1,85 ее радиуса.

Фотография колец Урана была сделана с расстояния около 4,17 млн. км. Ширина большинства из них — несколько километров. Видны все девять известных колец. Между ними различимы размытые полосы, обусловленные обработкой изображения с помощью ЭВМ. Для получения контрастной цветовой информации о затемненных и еле различимых кольцах Урана были сделаны шесть их снимков с длительностью экспозиции 15 с.

А чтобы резче оттенить границы каждого кольца, изображения, полученные с использованием светофильтров, совмещались и усреднялись.

Наиболее ярким выглядит расположенное сверху кольцо Эпсилон. Оно светлого цвета. Ближе к Урану — кольца Дельта, Гамма и Эта. У них голубовато-зеленые оттенки. Кольца Альфа и Бета — более светлых тонов. И наконец, последняя группа из трех колец, получивших цифровые наименования 4, 5 и 6, светится слабым белым светом. Теперь вместе с вновь открытыми известно 11 колец Урана. Ученые, используя цветовую информацию, смогли выяснить природу и происхождение материала колец, состоящих, как полагают, из темных ледяных глыб в среднем метрового размера.

Траектория полета станции пролегала вблизи всех пяти известных спутников Урана: Миранды, Ариэля, Умбриэля, Титании и Оберона. Но телекамеры «Вояджера-2» рассмотрели еще десять, гораздо меньших по размеру — от 14 до 72 км в поперечнике — лун темного цвета. Сначала вместо имен они получили лишь временные обозначения: 1985 U-1, 1986 U-1 …,

1986 U-9. Сейчас семь из этих новооткрытых спутников названы именами американских астронавтов, погибших при катастрофе «Челленджера».

Наибольшее внимание ученых сразу приковали к себе две маленькие «луны» — 1986 U-7 и 1986 U-8. Эти аспидно-черного цвета спутники, расположенные непосредственно у самого наружного кольца планеты по обе его стороны, отнесены к типу «спутников-пастухов», активно влияющих на формирование колец, в которых, как отмечается, гораздо меньше пыли, чем в кольцах Сатурна.

На фотографиях больших лун хорошо различимы кратеры метеоритного, по всей вероятности, происхождения, а также возникшие вследствие необычной внутренней активности долины и разломы. Вдоль некоторых из них вытекает из трещин какое-то вещество и, похоже, замерзает на поверхности.

На Обероне, скажем, отмечается множество светлых кратеров с расходящимися от них во все стороны лучами. Полагают, что образовались они при метеоритной бомбардировке, когда от удара лед, скрытый под темной корой, обнажился. Здесь же ученые отметили гору высотой около 5 км, а также загадочную темную область.

Резко отличается от других больших лун Миранда. Этот ближайший к Урану спутник диаметром около 500 км напоминает как бы деформированную в результате космического катаклизма сферу: с одной стороны она раздута, с другой — сплющена. На ее фотографии чередуются цветные и черные полосы, образующие «шевроновый» рельеф. Их пересекают синусоидальные «царапины». На поверхность как бы наложен «узор» из ударных округлой формы кратеров диаметром до 5 км. Разрешающая способность снимка — в кадр попала площадь диаметром 220 км — около 600 м. Вполне возможно, что на Миранде, как и на спутнике Юпитера Ио, происходят тектонические явления.

На Титании — самой крупной луне (диаметр 1600 км), сфотографированной с расстояния в 369 тыс. км, специалисты отчетливо различали детали размером до 13 км. Ее древняя поверхность густо испещрена кратерами. Для нее характерны глубокие долины длиной до 1500 и шириной до 75 км. Обращенные к Солнцу склоны ярко освещены. В нижней части диска — кратер диаметром свыше 200 км. Его пересекает сравнительно молодая долина шириной более 200 км. В верхней части диска отчетливо виден ударный кратер диаметром 300 км.

Наиболее загадочным спутником Урана предстал Умбриэль. В самом деле, соседние Ариэль и Титания буквально испещрены

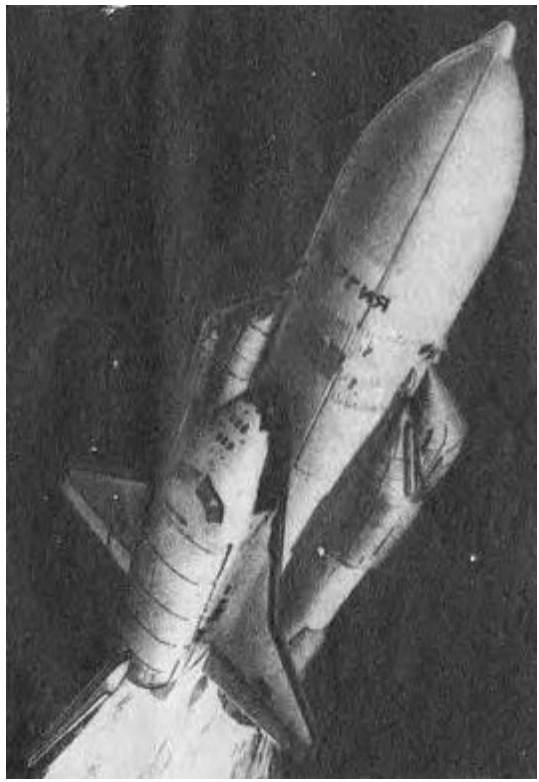
шрамами метеоритного и тектонического происхождения, а на светло-пепельном лике этой луны, представляющей собой отличную космическую мишень диаметром 1100 км, планетологам не удалось обнаружить ни признаков геологической активности, ни даже следов столкновений с метеоритами. На ровном, «тщательно ухоженном» диске отчетливо видно лишь странное, фантастической яркости кольцо. Отчего же эта луна так прекрасно сохранилась? Благоприятные космические условия или косметические ухищрения… инопланетной технологии?

Но — досужие догадки в сторону. Для того чтобы получить лучшую из сделанных «Вояджером-2» цветных фотографий поверхности Ариэля, специалистам пришлось прибегнуть к компоновке этого изображения, используя отдельные фотографии южного полушария Ариэля, сделанные через зеленый, голубой и фиолетовый фильтры с расстояния в 170 тыс. км. Большая часть видимой поверхности, на которой различимы детали до 3 км, густо покрыта кратерами и пересечена трещинами, а также неровными долинами и рвами. Некоторые из наиболее крупных долин частично заполнены сравнительно молодыми образованиями, на которых кратеров не столь много. Ярко освещенные области представляют собой в основном края небольших кратеров. Большинство кратеров неразличимы из-за их малости, хотя один из них, диаметром около 30 км, хорошо виден в средней части снимка. Подобные молодые образования на Ариэле формировались, вероятно, в течение длительного геологического (читай — ариэлогического) периода. Несмотря на то что диаметр этой луны Урана составляет всего 1200 км, она, по мнению планетологов, претерпела в прошлом значительные геологические преобразования.

Выполнив научную программу, «Вояджер-2» прибег к навигационному маневру, предложенному Ф. Цандером еще в 20-е годы и позволяющему сократить расход топлива и время перелета.

Реактивным двигателем траектория зонда была скорректирована так, что, подобно трамплину, мощное гравитационное поле Урана отбросило его в сторону Нептуна. Таким образом, изменив направление полета, «Вояджер-2» 24 августа 1989 года должен пролететь в 7500 км от облачного слоя еще одной планеты загадок. А что далее? По образному выражению американского астрофизика К. Сагана, этот межпланетный зонд ждет межзвездное будущее.

«Буранный полустанок» на пути во вселенную



В начале 1968 года космонавты — выпускники Военно-воздушной академии им. Н Е, Жуковского защищали необычный — комплексный — диплом. Сводным коллективом, в который вошли Г Титов, А. Николаев, А. Леонов, П. Попович, В. Быковский и другие, верховодил Ю. Гагарин. По предложению С. П. Королева ему предоставили полномочия Главного конструктора.

Эта дипломная работа, необычная способом своего написания, куда более удивительна темой. Речь шла о разработке аэрокосмического аппарата, космолета. По нынешнему — космического челнока… Для оживления фантазии Леонов выдал тогда и иллюстрированное приложение «в двух картинах». На первой в полном соответствии с проектом он изобразил самолет, с гиперзвуковой скоростью летящий на фоне черного неба. На другой — радостный миг посадки…

…Радостный миг посадки. Шасси космического корабля «Буран», буквально раскаленного после головокружительного

«слалома» в плотной земной атмосфере, нежно и в то же время академически точно касается бетонки, С сухим орудийным треском вспыхивает шелк парашютных салютов. Робот-пилот ударяет по тормозам, «Буран» послушно останавливается где-то посередине полосы. Первый 205-минутный космический полет завершен.

Попытаемся ответить на вопрос; как же удалось создать этот гибрид искусственного спутника Земли и самолета, что способен в течение получаса сбросить скорость с 28 тыс. км/ч до 340?..

«Буран» действует в паре только с «Энергией» (обратное неверно: в отличие от «Шаттла» она способна вывозить на орбиту и «Буран», и любой другой груз массой выше ста тонн. Для справки: «Шаттл» на такое просто-напросто не способен, его возможности гораздо скромнее — 29,5 т, потому что его вторая ступень с основным ЖРД расположена на самом корабле. В этой особенности компоновки двигателей нашей универсальной многоразовой ракеты-носителя — все дело).

Напомним: центральный блок «Энергии» диаметром 8 и длиной 60 м несет на себе самолет-спутник, а также четыре боковых блока первой ступени. Каждый из них оканчивается самым мощным в мире четырехкамерным ЖРД с тягой по 800 т, работающим на кислороде и углеводородном горючем, суммарная тяга всех двигателей достигает 3600 т. К моменту обрыва от Земли мощность, развиваемая стартовыми двигателями, достигает 170 млн. л. с. Это вдесятеро больше, чем у самого мощного (до недавнего времени) отечественного носителя «Протон» и почти в 1,3 раза больше, чем у самой мощной американской ракеты «Сатурн-V».

Теперь проследим за развитием событий после взлета «Энергии». Примерно на 50-километровой высоте отстреливаются боковые блоки первой ступени. Отработав свое, они падают в заданном районе. Поскольку ракетные двигатели, а главное — электронная начинка блоков могут быть использованы не один, а несколько раз (в этом и заключается одна из сторон концепции многоразовости), их в будущем намечено снабдить системой спасения. Специальное устройство аэродинамического торможения замедлит их движение в атмосфере, вследствие чего они приземлятся в пределах территории нашей страны.

На высоте примерно 150 км от центрального блока отделяется и сам корабль. Его скорость к этому времени достигнет 6 км/с. «Энергия» в данном случае не выводит полезную нагрузку непосредственно на орбиту ИСЗ, иначе возвращение ее на Землю было бы затруднено. На опорную круговую орбиту космический челнок добирается с помощью

собственных маршевых двигателей.

Чтобы стать искусственным спутником Земли, ему необходимо «добрать» недостающие 2 км/с. Поэтому еще дважды, в общей сложности на 100 с, запускается объединенная двигательная установка корабля. Наконец, освободившись от пут земного тяготения, «Буран» совершает свой первый виток в безвоздушном пространстве.

Этот летательный аппарат в одно и тоже время похож и на «располневший» сверхзвуковой истребитель, и на «похудевший» «Руслан». Треугольное крыло двойной стреловидности, элероны и другие органы управления, типичные для сверхскоростных машин, — все это свидетельство причастности к «сверхзвуковой» самолетной элите.

Главное в «Буране» — его способность транспортировать на орбиту грузы, причем немалые. В его довольно-таки объемистом корпусе, разделенном на три отсека — носовой, средний и хвостовой, — главное место занимает средний грузовой отсек шириной 4,6 и длиной 18,3 м (такой же и у «Шаттла»). Сюда ведет люк с открывающимися створками — они занимают большую часть длины фюзеляжа, здесь легко поместится базовый модуль станции «Мир», спутник связи или какой-либо иной груз массой до 30 т. В носовом отсеке размещена герметичная кабина для будущих экипажей, ее объем 73 м — (Пока еще идут испытания многочисленных систем, здесь царствует электронный мозг робота-пилота.)

В хвостовой части корабля смонтированы двигатели, предназначенные для маневрирования на орбите. Кроме того, и в носовой, и в хвостовой частях фюзеляжа установлены блоки сопел управляющих газодинамических двигателей — они включаются при маневре в разреженных слоях атмосферы.

Пожалуй, за всю историю авиации и космонавтики аэродинамикам, прочнистам, материаловедам да и другим специалистам не приходилось решать столь сложных, подчас противоречивых задач. С одной стороны, конструкция космолета должна быть легкой, с безупречным аэродинамическим профилем, с другой — она не должна терять трудоспособности в самых тяжелых температурных и прочих условиях, должна легко переносить вибрацию и удары, ледяной холод космоса и плазменный жар аэродинамического торможения. При спуске в плотных слоях атмосферы температура «наветренных» кромок крыльев, фюзеляжа, двигателей подскакивает до 1500–1600 °С, что выше точки плавления традиционных материалов. Впрочем, последних в конструкции «Бурана», пожалуй, и не сыскать. Даже металлу века — алюминию и его сплавам пришли на смену более

прочные и стойкие титановые, бериллиевые, ниобиевые сплавы, а также неметаллические и композиционные материалы с различными наполнителями. Разумеется, прежде чем попасть на борт «Бурана», они всесторонне испытывались и в лабораторных. и в космических условиях. Как и в случае со «Спейс Шаттлом», предметом особых забот конструкторов «Бурана» стало создание надежного теплозащитного покрытия. Ведь область гиперзвуковых полетов (речь идет о скоростях свыше 5 м, то есть впятеро превышающих скорость звука) до последнего времени оставалась «терра…», а лучше сказать «аура инкогнита» для наисовременнейших образцов авиационной техники. Как бы ни бушевали плазменные смерчи на плоскостях спускающегося с орбиты аппарата, температура силовой оболочки корпуса не должна превысить 150 °С, иначе — потеря необходимых прочностных качеств. Мощный тепловой удар принимала на себя и успешно гасила теплозащита «Бурана», Девять тонн — такова масса высокотемпературной «кольчуги». Составлена она из почти 39 тысяч элементов, отличающихся друг от друга размерами и тепло-физическими свойствами. Корпус облицован плитками, в основе которых — тончайшее кварцевое волокно и гибкие элементы высокотемпературной органики, Носовой кок, передние кромки киля, крыльев, где тепловые напряжения наиболее сильны, защищены покрытием из специального, созданного на основе углерода, конструкционного материала.

На первый взгляд теплозащитные бляшки ничего из себя не представляют: они довольно мягкие, даже ногтем можно их повредить, оставить след. А вот расплавленный металл, попав на их поверхность, никакого ущерба поверхности, напротив, не причиняет. Свойства их таковы, что даже после огненной купели поверхность можно потрогать рукой — она как бы впитывает, консервирует в себе жар.

Любопытная деталь. Каждая почти из 39 тысяч плиток изготавливается индивидуально на специальных координатно-расточных станках с ЧПУ, ведь чтобы добиться высоких аэродинамических характеристик самолета-спутника, ему при облицовке нужно придать строго определенную форму. Ни один лекальщик не удержит в своей памяти такое количество заготовок, а тем более не упомнит место их установки на планере. Поэтому, начиная от момента проектирования плитки (даже не плитки, а компьютерной программы на ее изготовление) и кончая испытаниями и эксплуатацией, каждый из теплозащитных элементов снабжается паспортом, хранящимся, разумеется, в памяти компьютера. Подобная предусмотрительность (а она характерна едва ли не для каждой

из полусотни систем «Бурана») позволяет знать фактический ресурс, а также контролировать качество испытываемых и эксплуатируемых систем. Чтобы полнее представить, какой «букет» химических, теплофизических, прочностных и даже радиотехнических свойств пришлось соединить вместе специалистам только в одном этом изделии, назовем некоторые из предъявляемых к ним требований. Теплозащитные плитки должны быть минимального удельного веса, иметь отменную теплостойкость, обладать минимальным коэффициентом линейного расширения, не должны реагировать с чистой воздушной плазмой, быть радиопрозрачными и т. д. и т. п. Ну а насколько удалось соединить несоединимое, показал послеполетный осмотр «Бурана», когда придирчивые эксперты не досчитались на нем лишь нескольких плиток.

Впрочем, мы забежали несколько вперед, Поэтому вернемся мысленно на борт корабля, который совершил два витка вокруг Земли и готовится к спуску.

Представьте себе, как спускаемый на воду океанский лайнер мчится по стапелям, набирая скорость, и плюхается брюхом в воду. Так и «Буран». На скорости, почти в три десятка раз превышающей скорость пули, разогнавшийся по орбите космолет бухается в атмосферу «животом», оберегая стекла кабины и другие слабо теплозащищенные места и, наоборот, подставляя наиболее термостойкие — они черного цвета — на нижней части фюзеляжа и крыльев,

Отметим еще одно немаловажное обстоятельство, без которого спуск с орбиты невозможен. Перед самым прыжком маршевые двигатели по команде бортовой ЭВМ должны развернуть корабль против направления полета. Включится тормозной импульс, и только после его отработки «Буран» под строго определенным углом ворвется в плотные слои атмосферы. Если угол окажется меньше оптимального — возможен «блинчик», корабль отрикошетирует от атмосферы, как плоский камешек от воды, если больше — зароется носом и обгорит!

В нашем случае атмосферный «слалом» завершился успешно. Крылья и другие аэродинамические плоскости помогали управлять аппаратом минут около двадцати. Это дало возможность одному из испытателей сострить: «Буран» летит, как большой утюг с маленькими крылышками. Около двадцати минут, пока плазма бушевала за бортом, научные корабли, спутниковые системы, державшие на протяжении всего полета «Буран» под неусыпным надзором, потеряли его из виду… Буран вырвался из плазменного плена, когда высота его полета составляла 40 км, а до посадочной полосы оставалось 400 км. Во

время скоростного спуска его не спутать ни с одним самолетом, даже находящимся в боевом пикировании: эта посадка без двигателя столь крута, что временами похожа на падение…

Ну а как быть, если во время полета возникают непредвиденные обстоятельства, заставляющие прекратить полет? И этот случай предусмотрели создатели корабля, который способен совершать управляемый спуск в атмосфере с боковым маневром, до 2000 км отклоняясь от трассы спуска! Это важное обстоятельство позволит сесть на один из трех аэродромов практически во всех возможных случаях.

…Огромный черно-белый «Буран» бесшумной тенью вывалился из облаков и носом опасно устремился к Земле Но у полосы выровнялся, выпустил шасси, предельно точно и аккуратно, «как учили», коснулся полосы. Остановился прямо напротив диспетчерской и лишь *но* метр сбоку от оси полосы. Отклонение от графика составило 1 с.

Предвидим закономерный вопрос: почему так отстали мы с запуском «Бурана» — ведь американские «Шаттлы» начиная с 1981 года по 1986 год (пока не случилась катастрофа с «Челленджером») побывали в космосе 24 раза?

На этот счет бытует много мнений.

Но вот компетентное суждение специалистов.

— Мы отнюдь не отстаем от США, если говорить о развитии космонавтики в целом, — говорит председатель Государственной комиссии М. К. Керимов. — Действительно, запаздываем в создании кораблей многоразового использования, зато значительно опережаем в разработке и эксплуатации долговременных орбитальных станций и тяжелых носителей. Сосредоточить же силы и средства сразу на двух таких крупных направлениях чрезвычайно трудно. В сущности, этого мнения придерживаются и составители доклада из исследовательской службы конгресса США «Советские космические программы 1981–1987», написанного задолго до запуска «Бурана», ни одна страна не опережает другую в космосе. Результаты сравнений меняются в зависимости от аспектов деятельности. Возможно, сама концепция «гонки в космосе» в нынешней обстановке неуместна.

А вот взгляд на «Буран» «изнутри».

— Мы уделяем очень большое внимание, а вместе с тем и необходимые средства долговременным орбитальным программам, — говорит летчик-испытатель И. Волк. — И нельзя работу в космосе сравнивать с гонкой на скорость, стадионным забегом. Каждая сторона разрабатывает более необходимую для нее в данный момент задачу. Речь идет не о том, чтобы сделать корабль раньше кого-то, а о том, чтобы выйти на новый этап

применения космической техники, Многоразовый космический корабль не самоцель, он должен иметь конкретную работу в космосе, совершать заданную операцию. Тогда его время настало. Он не заменит долговременную орбитальную станцию или технологическую установку. Он выполнит свою роль в комплексе с ними, В будущем «Бурану» придется выполнять ту же работу, что делает сейчас «Аэрофлот». Только «потолок» возрастет до космоса.

Как бы там ни было, успешным запуском «Энергии» — «Буран» начинается новый виток отечественной космонавтики. Впереди — двух-, четырехнедельные полеты на орбитальных многоразовых кораблях, доставка на орбиту крупногабаритных грузов, стыковки с космическими платформами. Новый носитель позволяет всерьез подойти к фантастическим проектам освоения Венеры, Марса, Солнечной системы. Мирным проектам.

— Мы не скрываем, — сказал начальник Главкосмоса СССР А. Дунаев, — что в наших планах стыковка орбитального корабля «Буран» со станцией второго поколения «Мир» (в пилотируемом варианте его экипаж 2–4 человека, могут быть еще и пассажиры) — Нельзя забывать и о том, что в настоящее время некоторые спутники большой стоимости после истечения ресурса остаются на орбите — многоразовые корабли могут возвращать их на Землю… Предполагаем, что «Буран» будет стартовать от одного до четырех раз в год для выполнения уникальных задач в ближнем космосе.

Естественно, один «Буран» — это мало, у нас в настоящее время ведется строительство новых космических кораблей.

Наша справка. «Спейс Шаттл» предназначен для вывода космических аппаратов на геоцентрические орбиты высотой 200–500 км. Имея отсек полезного груза с габаритами 18,3 х 14,6 м он может доставлять на Землю выработавшие свой ресурс аппараты, а после их ремонта или модификации вновь выводить на орбиту. «С. Ш.» является одним из элементов космической транспортной системы, включающей также межорбитальные буксиры для перевода полезного груза, выведенного на низкую геоцентрическую орбиту, на более высокую, вплоть до стационарной или даже межпланетной (лунной) траектории. Его возможности используются в военных целях: для вывода в околоземное пространство военных связных, метеорологических, разведывательных спутников с его помощью планируется создавать военные базы, командные пункты, системы противоракетной обороны космического базирования.

Максимальный полезный груз при выводе на круговую

орбиту высотой 185 км с наклонением 28° — 29,5 т. Груз, доставляемый с орбиты на Землю, — 14,4 т против 20 т. у «Бурана». Номинальная длительность орбитального полета — 7 суток, а при наличии дополнительных запасов расходуемых материалов она может увеличиваться до 30 суток. Численность экипажа 7 человек, из них 4 человека — исследователи и экспериментаторы, не являющиеся профессиональными космонавтами. Полет совершается без скафандров, разумеется, за исключением выходов в открытый космос. Перегрузки на всех участках полета не превышают 3 единиц.

Стартовая масса «С. Ш.», выполненного по двухступенчатой схеме с параллельным расположением ступеней, — около 2 тыс. т, длина — 56 м. При старте (вертикальном) включаются двигатели обеих ступеней.

На высоте около 40 км два твердотопливных блока-ускорителя первой ступени отделяются и с помощью парашютной системы опускаются в океан. Затем они буксируются к стартовому комплексу и после восстановительного ремонта и повторного снаряжения топливом используются вновь до 20 раз. Вторая орбитальная ступень — крылатая пилотируемая. Ее основная двигательная установка использует жидкое топливо из внешнего сбрасываемого бака — единственного одноразового элемента.

Каждый твердотопливный блок первой ступени имеет массу 584 т, длину 45,7 м, диаметр 3,71 м, среднюю тягу 12,4 МН (1200 Т), продолжительность работы 122 с. Масса орбитальной ступени 111 т, ее длина 37,3 м, высота по килю 17,3 м, размах крыла 23,8 м. Каркас и обшивка ступени изготовлены из алюминиевого сплава, теплозащита из композиционного материала «углерод-углерод», кварцевого волокна или специального войлочного материала (в зависимости от степени нагрева защищаемого участка). Основная двигательная установка состоит из трех кислородно-водородных жидкостно-реактивных двигателей с максимальной продолжительностью непрерывной работы 8 мин и общим ресурсом 7,5 ч. ЖРД рассчитан на 55 полетов. На ступени предусмотрены два ЖРД маневрирования тягой по 27 кН, работающих на четырехокисном азоте и монометилгидразине, и 44 ЖРД ориентации, работающих на том же топливе. ЖРД маневрирования обеспечивает довыведение ступени на орбиту после отделения внешнего топливного бака, коррекцию орбиты, сближение с другими орбитальными объектами и торможение для схода с орбиты. ЖРД ориентации работают как на орбите, так и при входе в атмосферу, пока не становятся эффективными аэродинамические поверхности. Орбитальная ступень оснащается комплексной системой навигации, наведения и управления,

способной работать как в автоматическом, так и в ручном режиме. Пилоты используют ручки управления и педали.

notes

Примечания

1

Когда вы будете читать этот сборник, таких планет, мы надеемся, станет восемь. В августе этого года телевизионные камеры находящегося на пролетной траектории «Вояджера-2» возьмут в перекрестья своих объектов далекий Нептун — восьмую по счету планету Солнечной системы.